Public Works Canada
Travaux publics Canada

Architectural and Engineering Services
Services d'architecture et de génie

Building Performance Evaluation Series

Mechanical Systems Evaluation

Document D33

Canada

8Ð-01913/

Building Performance Evaluation Series

Mechanical Systems Evaluation

Document D33

AES 1-4:86-42

March 1988

The Minister of Public Works makes no representation or warranty, express or implied, with respect to this publication or the programs or information described in this publication, their quality, merchantability, or fitness for any particular purpose, or their adequacy to produce any particular result. In no event shall the Minister or Her Majesty the Queen in right of Canada, Her employees, servants or servants be legally liable to any persons or persons for any damage, whether direct, indirect or consequential, resulting from the use of said publication or the programs or the information contained therein.

Published by Architectural and Engineering Services
Public Works Canada

Public Works Canada / Travaux publics Canada

DOCUMENT DATA

1. Document Title	2. Control Number
MECHANICAL SYSTEMS EVALUATION	AES/SAG 1-4:86-42
	3. Date: March 1988
4. Author(s): W.A. Brown	5. Consultant's Ref. No.
6. Project Manager	7. Discipline Series No.: D33
8. Preparation Agency and Address: Building Performance Division, Public Works Canada, Room C-548, Sir Charles Tupper Building, Riverside Drive, Ottawa, Ontario, K1A 0M2, Telephone: (613) 998-7830	9. Document Type: Guideline
	10. No. of Pages: 24
11. Sponsoring Agency and Address: D.C. and R.T., Appropriated Programs, Accommodation Branch	12. PWC File No.: A4270-16
	13. PWC Project No.: 602055
14. Supplementary Notes: Questions and comments should be directed to the preparation agency, in 8 above.	15. SSC Publication No.
	16. ISBN

17. Abstract

This document establishes an analytical procedure for the performance evaluation of building MECHANICAL SYSTEMS in occupied buildings. It assists with this evaluation process by providing a defined and subjective assessment procedure for a wide range of building types and occupational usages.

The assessment procedure is broken down into three stages. Stage 1 is a preliminary assessment and observation of the mechanical system during a "walk-through". Stage 2 is a further analysis of the problem using simple measurement techniques carried out by building technicians. Stage 3 is an in-depth analysis of performance problems carried out by a team of professionals resulting in definitive recommendations.

18. Distribution Statement	19. Keywords	
Copies are available from: Documentation Centre, Architectural & Engineering Services, Public Works Canada, Sir Charles Tupper Bldg., Riverside Dr., Ottawa, Ontario K1A 0M2	20. Documentation Centre Catalogue No.: BP D33b	21. Price

TABLE OF CONTENTS

1.	**INTRODUCTION**	*1*
1.1	Purpose and Objectives	*1*
1.2	Overview	*1*
2.	**REFERENCE DOCUMENTS**	*4*
2.1	Departmental Manuals and Directives	*4*
2.2	Reports and Records of Operation and Maintenance	*4*
2.3	Commissioning and Construction Documentation	*4*
2.4	Standards and Guidelines	*5*
3.	**METHODOLOGY**	*6*
3.1	Stage I – Preliminary Assessment	*6*
3.1.1	Description of Technique	*6*
3.1.2	Equipment	*8*
3.1.3	Description of Procedure	*8*
3.1.4	Analysis and Assessment	*13*
3.2	Stage II – Simple Measurement Techniques	*14*
3.2.1	Description of Technique	*14*
3.2.2	Equipment	*14*
3.2.3	Description of Procedure	*14*
3.3	Stage III – Specialized In-depth Monitoring	*15*
3.3.1	Description of Technique	*15*
3.3.2	Equipment	*16*
3.3.3	Description of Procedure	*17*
4.	**APPENDICES**	*18*
4.1	The Composite Building Structure	*18*
4.2	Commissioning Information	*18*
4.3	Building Mechanical System – Design Requirements	*20*
4.4	Building Mechanical System – Existing Requirements	*21*
4.5	Building Management Aspects	*22*
4.6	Building Performance Evaluation Document List	*24*

1. INTRODUCTION

1.1 PURPOSE AND OBJECTIVES

This document establishes an analysis procedure for the performance evaluation of building mechanical systems in occupied buildings, that can be implemented by the building manager. These systems include the heating, ventilating, air conditioning, plumbing, fire protection and life safety systems. Their performance is evaluated in terms of the degree to which the existing requirements are satisfied. Existing requirements consist of current user requirements (i.e. user needs) and current code and standards requirements.

The objective is to assist with this evaluation process by providing a well defined and subjective assessment procedure that is generic in form, and thus applicable to a wide range of building types and occupational usages. This assistance includes the provision of all necessary reference and background information to clarify the terms of reference, and an assessment procedure that is suitably staged to facilitate the controlled involvement of professional expertise as the need arises.

1.2 OVERVIEW

Briefly summarized, this performance analysis procedure includes the following key activities:

1. Familiarization with the as-built systems, design, fit-up or customizing, and the design intent.
2. Familiarization with operation and maintenance procedures as practiced and all operation and maintenance problems on record.
3. A "walk-through" analysis guided by a list of suggested "observables" to: conduct a subjective analysis, to determine the Existing Requirements, and to establish the existing performance of building mechanical systems.
4. The involvement of other disciplines in preliminary assessment procedures involving other building elements or systems that appear to be affecting the performance of mechanical systems.
5. Simple measurements or tests to establish operational performance or internal environment aspects.
6. The involvement of specialized technical expertise on in-depth monitoring procedures when required.
7. Assessment reports and recommendations pertinent to each stage of analysis.

The evaluation method involves a specific technique and procedure and is subjective in that it focuses on:

1. internal environment for comfort and health;
2. the suitability and convenience of the facilities provided for the particular occupancy and use;
3. fire protection and life safety; and
4. operation and maintenance experience and associated costs.

The referenced documents provide information on the "as-built", "as-maintained" and "as-used" condition of the building to be evaluated, and on the normally applicable standards and guidelines. Appendices 4.1 to 4.5 inclusive, provide background information on the Composite Building Structure, Commissioning, the Design Requirement, the Existing Requirement, and on Building Management Aspects respectively. These serve to clarify the terms of reference and assist in familiarization with the building mechanical systems, the requirements they must satisfy, and related performance aspects of the composite structure.

The Methodology has three stages of evaluation which are arranged to involve increasing levels of technical expertise. The Preliminary Assessment, Stage I, will frequently require the involvement of other disciplines for the analysis of building elements or other systems, due to the integrated design and performance aspects of the composite structure. Stage II, Simple Measurements, will frequently be performed by a building management technician, but Stage III, In-depth Monitoring, will normally involve a separate professional team in detailed analysis that culminate in the proposal of definitive recommendations.

The "Walk-through" analysis procedure in Stage I is guided by a list of typical "Observables", which are listed not necessarily in the order of importance, but as a check list to serve as a means of identifying building mechanical system performance problems. This "Walk-through" analysis is also intended to provide the opportunity to determine "User Needs" and establish the "Existing Requirements" which are described in Appendix 4.4.

Stage III, In-depth analysis, involves the analysis of performance problems of a complex nature. These problems are not usually difficult to recognize, but they may involve several systems and/or the improper operation of primary components such as boilers, chillers, cooling towers, main fans or the central control system. Evidence of these problems includes:

1. significant variations in the air circulation rates of constant volume systems;
2. excessive space temperature variations for variable volume systems;
3. frequent temperature swings in several areas, i.e. significant variations in internal air temperature;
4. excessive air motion in corridors or doorways;
5. difficulty in opening or closing doors due to air pressure;
6. excessive air noise from diffusers;
7. frequent water leaks in several areas;
8. prevailing odours in many areas;
9. frequent occurrences of plumbing, fire protection, or heating system freeze-up;
10. significant increases or large variations in seasonal operating costs;
11. uncontrollable infiltration in any building area;
12. system interference – the operation of one system appears to interfere with the performance of another;
13. inability to maintain vestibule space temperatures and;
14. heating unit freeze-ups.

The cause may be improper balancing of air or hydronic distribution systems, the improper operation of primary equipment, or both. A refit design and system modifications may be necessary.

2. REFERENCE DOCUMENTS

2.1 DEPARTMENTAL MANUALS AND DIRECTIVES

1.	D/D–118	Air Conditioning Temperature Criteria – Existing Buildings;
2.	D/D–126	Environmental Safety Program;
3.	D/D–129	Sprinkler Systems in High Rise Office Buildings;
4.	D/D–130	Life Safety Measures in Public Works Canada;
5.	D/D–148	Energy Consumption Budgets;
6.	Volume 6 6.19.1	Maintainability Checklist for New Buildings and Building Renovations;
7.	Volume 13 13.10	Treasury Board Occupational Health and Safety Policy, Standards, Guides.

2.2 REPORTS AND RECORDS OF OPERATION AND MAINTENANCE

All available information such as:

1. complaints from building occupants;
2. maintenance and repairs;
3. fuel and energy consumption; and
4. energy and maintenance costs.

2.3 COMMISSIONING AND CONSTRUCTION DOCUMENTATION

All available information as follows:

Commissioning documents which should include:

1. "as–built" mechanical and control drawings and documents describing control operation;
2. final reports on "Testing, Balancing and Adjusting";
3. final reports on "Equipment Performance Verification Tests";
4. Instruction Manuals;
5. Operation and Maintenance Manuals;
6. maintenance schedules and start–up and shut–down procedures; and
7. any additional Commissioning documentation due to building fit–up for occupancy.

Design and construction documents including:

1. design brief;
2. construction specifications;
3. construction drawings; and
4. shop drawings and product data from manufacturers.

2.4 STANDARDS AND GUIDELINES

These include:

1. American National Standards Institute (ANSI)/American Society of Heating, Refrigerating, and Air–Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). **ANSI/ASHRAE 55–1981 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta: ASHRAE, 1981.
2. American Society of Heating, Refrigerating, and Air–Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). **ASHRAE 62–1981 – Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality**. Atlanta: ASHRAE.
3. _____. **ASHRAE HANDBOOKS**: 4 volumes. Atlanta, ASHRAE.
4. Public Works Canada. **MD–15000 – Environmental standards for office accommodation**. Ottawa: Public Works Canada, 1984.
5. _____. **MD–15000S – Supplement to MD–15000 – Environmental standards for office accommodation**. Ottawa: Public Works Canada, 1986.
6. _____. **MC–15010 – Commissioning of Mechanical Systems**.
7. _____. **MD–15600 – HVAC** and others in this series.
8. Treasury Board Secretariat. **Personnel Management Manual, Volume 12, Occupational Safety and Health**. Ottawa: Treasury Board Secretariat.

3. METHODOLOGY

3.1 STAGE I – PRELIMINARY ASSESSMENT

3.1.1 Description of Technique

This technique requires the use of basic test equipment and relates to a specific procedure, both of which are described in the following sections. It is intended to provide a means of evaluating building mechanical systems performance by the identification of performance problems that can be delineated in terms of:

1. Magnitude of importance, i.e., whether or not further action is justified.
2. Most probable causes, i.e., there may appear to be several contributing factors and additional stages of analysis are necessary.
3. Recommendations; i.e., corrective action such as certain changes in usage practices that should resolve the problems.

The assessment technique for the mechanical systems should include an evaluation of the internal environment for:

4. Comfort in the work space as perceived by the occupants and as affected by:

    a. room air temperature;
    b. radiant (solar) heat;
    c. relative humidity;
    d. thermal stratification or drafts;
    e. air motion; and
    f. noise from mechanical equipment.

5. Air quality as it relates to health and comfort and as affected by:

    a. fumes, odours or airborne particles or contaminants;
    b. existing exhaust and outdoor air make–up facilities;
    c. occupant practices in the handling and storage of hazardous materials that give off contaminating odours or vapours; and
    d. the ventilation system performance as it relates to the occupational use of the building, i.e., variations in occupational density, internal partitioning, furnishing and equipment can significantly affect system performance.

This assessment technique should also include an evaluation of the utility and performance of these mechanical systems as they relate to:

6. The suitability and convenience of the facilities provided for the particular occupancy and use.

    This relates to the differences between existing requirements and design requirements as described in Appendices 4.3 and 4.4, titled Building

Mechanical System – Design Requirements and Building Mechanical System – Existing Requirements respectively, i.e., the performance of these systems under the condition of existing occupancy and use versus the design intent.

7. Fire safety for life safety and building protection.

Frequently, the measures for fire protection and life safety as recommended by the Fire Commissioner of Canada are being effectively utilized, but the overall performance of this protection system is downgraded due to:

a. inadequate inspection, testing and maintenance of life safety systems;
b. incomplete training of the PWC and/or the occupant staff involved;
c. lack of enforcement of roles and responsibilities (for leased facilities in particular); or
d. the need for Fire Commissioner of Canada to inspect the building and update these measures:

    i. to comply with additional requirements that are dictated by a Departmental Directive such as D/D–129 "Sprinkler Systems in High Rise Office Buildings";
    ii. to accommodate tenant fit–up arrangements that interfere with these measures; or
    iii. to accommodate changes in the occupational use of part or all of the building.

These measures for fire protection and life safety apply to the particular building occupancy and use relationship planned for during the design and construction stage and described in the Fire Commissioner's Report. Changes to these measures may be necessary to upgrade the performance of these systems, i.e. satisfy Codes and Standards requirements, when there is a change in building usage. Information on the Fire Commissioner's report is provided in Appendix 4.2, Commissioning Information.

8. Operation and Maintenance difficulties and associated costs are discussed along with relevant maintenance and operation aspects in Appendix 4.5, Building Management Aspects. Building management experience to date is determined by records of:

a. fuel consumption;
b. electrical energy consumption by building mechanical systems;
c. system and equipment operation practices and conformance with the recommended operating instruction provided;
d. building operating and maintenance practices, i.e., the cost effects of the prevailing practices of window and door management and building envelope system operation and maintenance; and
e. the maintainability of mechanical equipment and systems and the records of maintenance costs and associated difficulties.

3.1.2 Equipment

This being primarily a "walk–through" assessment, preceded by a brief review of the known problems along with pertinent records and reference documents on file, the only test equipment required would be:

1. Thermometer
2. Sling Psychrometer
3. Smoke Pencil.

3.1.3 Description of Procedure

This procedure is guided by the performance criteria outlined in the Description of Technique and involves the activities listed below.

Document Review

A brief review of pertinent reference documents to become generally familiar with:

1. the environmental control systems, i.e. heating, cooling, humidification and air filtration systems;
2. equipment room locations and air distribution arrangements;
3. the type of control system;
4. fire protection systems and life safety provisions and procedures;
5. special systems for isolated areas, e.g. computer rooms;
6. operating and maintenance instructions and practices and the costs involved;
7. reports of specific problems, i.e. occupant dissatisfaction and operation and maintenance difficulties.

Follow–up Procedure

1. a "walk–through" analysis of all building areas with emphasis on the work space;
2. the involvement of other disciplines to evaluate related aspects when necessary;
3. the analysis and assessment of all pertinent data and observations in preparation for additional stages of evaluation or for the evaluation report.

Walk–through Overview

The "walk–through" analysis is the core of this procedure as it involves a subjective evaluation of the functioning process of the facility in accordance with the performance criteria outlined in the Technique and guided by the information provided in the Appendix. Attention should be focused on the "observables" that indicate problems with:

1. space temperature;
2. drafts;
3. air circulation;
4. suitability and convenience;

5. fire protection and life safety;
6. passageways for safe egress;
7. plumbing and drainage;
8. air quality i.e. any prevailing fumes or odours;
9. system operation due to changes in occupational use of the space;
10. operation and maintenance.

Observables - Workplace

The following is a typical checklist of "observables" that reflect problems in the workplace:

1. Discharge grilles on perimeter heating (and cooling on some systems) are covered with books etc.
2. Ceiling diffusers are blocked, totally or partially. (Usually covered over with sheets of paper.)
3. Proper air circulation is prevented by the installation of movable partitions that extend to the floor.
4. Return air grilles, including door grilles, are blocked (as described for the ceiling diffusers above) or were not provided as they should have been during construction.
5. Room thermostat settings differ significantly from the measured room temperature (greater than 1.5°C).
6. Boiler or furnace do not operate when there is a demand for heat,or heat is not being supplied to the building space.
7. Chiller or refrigerant compressors do not operate when there is a demand for cooling, or cooling capacity is not being supplied to the building space.
8. Windows are frequently opened.
9. Curtain wall or window air leaks occur.
10. Vestibule doors do not close tight or are at times fixed in the open position.
11. Vestibule space temperatures cannot be maintained, or heating unit freeze-ups have occurred.
12. Domestic water supply pressure is low (less than 20 psi).
13. Plumbing leaks and/or drainage problems are evident.
14. Interior furnishings block or interfere with egress.
15. Freezing of the plumbing, heating or fire protection systems occurs.
16. The building space contains large pieces of equipment or furnishings such as ductwork or large worktables that will prevent sprinkler water from reaching a fire below them.
17. Some sprinklers are ineffective due to their location which was caused by the relocation of interior walls.
18. The sprinkler or hose cabinet systems are not at full line pressure due to a closed valve or an inoperative jockey pump.
19. Exhaust fans are not operating or are ineffective due to incorrect fan wheel rotation.

20. Drafts affect comfort conditions. These may be due to infiltration, excessive discharge from diffusers or possibly the internal transfer of large quantities of air due to building system air balance problems. A smoke pencil can assist in the analysis of air motion.
21. Lint screens or air filters in space mounted equipment are dirty,and their maintenance is not well planned.
22. Odours and fumes are present in certain building areas where activities and/or the materials handled dictate the need for a special exhaust and air make–up facility which does not exist.
23. Prevailing odours and a sense of stuffiness occurs, usually due to insufficient air change or an insufficient quantity of outside air in the supply air stream serving the building area of concern.
24. Occasional odours or stuffiness occurs. This can be due to excessive reductions in outside air intake that occur occasionally due to a control problem or a snow blockage of the air intake louvre. This can also be caused by an unfavourable wind direction that brings stack fumes to the air intake opening.
25. Condensation on the perimeter interiors is occurring. This is usually caused by an excessively high relative humidity in the interior building space. Space relative humidity during the heating season should never exceed 30% in perimeter areas. This normally indicates a serious problem with the building envelope system, that requires the involvement of other disciplines and technical expertise, as is described in the background information herein.
26. Equipment or furnishings block access to fire alarm pull stations, fire hose cabinets, or fire extinguishers.
27. A stratification of air temperatures occurs in the building space, indicating a lack of air circulation or an excessive draft.
28. The infiltration of outside air or excessive air motion in rooms,corridors or doorways. Doors may be difficult to open or close and these factors indicate an air balance or building stack effect problem.
29. Objectionable noise in the work space from mechanical equipment is in evidence.
30. Excessive solar heat is sensed or reported. This may be due to the ineffective use or the non–existence of suitable window shading devices.
31. Excessive heat being generated by internal equipment is discharged to the space and is affecting room temperature control.
32. Unauthorized tampering with space thermostats occurs.
33. The use of supplementary electrical space heaters or supplementary fans by the occupants is in evidence.

Observables – Mechanical Systems and Equipment:

"Observables" that indicate user requirements involving Building Management vary with each building design, but become evident when equipment rooms and equipment spaces, including roof mounted equipment are examined. A check list of the most typical of these "observables" includes:

1. Mechanical systems and equipment that should be operating, are not operating and will not start–up when properly activated.

2. Incorrect fan wheel rotation is occurring on some of the fans.
3. Irregular fan operation evidenced by excessive noise, pulsations or vibration is occurring.
4. Cooling or heating coils are not clean.
5. Filters are excessively dirty; filter change gauges are not functioning properly; filter maintenance practice is not correct or as per instructions.
6. Maintainability is poor or inadequate. This aspect is discussed in Appendix 4.5, Building Management Aspects.
7. Operating and maintenance practices are not as per instructions.
8. Lighting is not adequate for maintenance purposes.
9. Equipment space does not have adequate weather protection for proper maintenance.
10. System air leaks occur i.e. in ducts, at duct connections, or around equipment access panels or air chamber doors.
11. Equipment and ductwork is not suitably insulated and covered with a suitable vapour barrier where required.
12. Suitable floor and condensate drainage is not provided based on the experience of property management personnel in the building.
13. The deposition of snow or dust from the roof surface, or rain carry–over occurs in outdoor air intakes.
14. Heating, ventilating and air conditioning system operation is not energy efficient and cost conserving due to:

    a. lack of control over hours of use;
    b. excessive use of outside air for ventilation;
    c. dirty coils, particularly cooling coils;
    d. use of reheat;
    e. summer heating without restriction;
    f. air losses in the distribution system;
    g. dirty air filters;
    h. inadequate use of outside air for cooling;
    i. unsupervised humidity levels;
    j. inadequate use of waste heat.

15. Control systems are not functioning properly, as is indicated by:(See D34 Mechanical Controls Evaluation for further analysis)

    Note – This applies to the control systems that are common to most building mechanical systems. No changes to control settings should be made and no adjustments are required since the "Observables" listed below relate to normal operational aspects, the recognition of which does not require control expertise.

    a. Outdoor air intake and exhaust dampers do not close tight when air handling systems are shut down.
    b. Outdoor air intake quantity adjustment is not provided or does not function properly on all ventilating systems.

c. Heating coil valves on coils subject to freezing are not full–open to the coil in the winter to heat the coil when air handling systems are shut down.

d. Air handling systems drawing outside air do not shut down on freeze–protection. This can be determined by records on file of frozen coils, or by placing dry ice on the freeze protection controller temperature sensing element.

e. One or more of the measured air or water temperatures of; supply, return or outdoor air, and chilled or boiler water supply differ significantly (greater than 1.5°C) with control panel indications.

f. Mechanical cooling is occurring when the outdoor air temperatures are sufficiently cold to provide free cooling.

g. Large exhaust fans do not shut down automatically when the supply air systems providing the required make–up air are shutdown. Consequently, manual shut–down is necessary and this may be forgotten resulting in the infiltration of large quantities of outside air to feed these exhaust fans.

h. Humidity levels in the space are not controlled. Static electricity is generated by occupant movement over carpets, and occupants complain of a dry environment. Condensation occurs on windows during the winter indicating a humidity level that is too high.

i. Control panel data recording indicates unstable operation, i.e. frequent and significant changes in temperatures and relative humidity.

j. Recorded data on energy consumption appears to be unreliable or incorrect based on calculated comparisons.

Observables – Equipment Rooms and Spaces

Fire protection, life safety and health needs are not adequately provided for in equipment rooms or equipment spaces as indicated by:

1. inadequate lighting where safety is a concern;
2. no fan belt covers;
3. ventilation and space temperature are not satisfactory;
4. combustion ventilation is blocked or appears to be inadequate;
5. safe egress is not adequately provided;
6. combustion fumes, gas or fuel oil leaks are in evidence;
7. unsafe materials are stored such that safety or health hazards exist;
8. fire suppression equipment such as sprinklers, extinguishers or hose cabinets are not provided or are not properly located;
9. building sprinkler system supply valves are sealed in the closed position preventing water supply;
10. sprinkler system jockey pumps do not operate to maintain system water pressure as required;

11. building air handling systems and/or automatic smoke and fire barrier devices do not respond to the fire alarm system as specified in the required measures for fire protection; and
12. roof mounted equipment does not have safety guard rails to prevent falls. These should provide for the dangers of wind effects as well as the close proximity of a roof edge.

3.1.4 Analysis and Assessment

The evaluation of the performance of the building mechanical systems is normally contained in a two–part report, the second part of which is based on a re–evaluation following a trial operational period that spans the seasonal periods of concern. Each part contains delineation of the performance problems identified, with pertinent recommendations as follows:

Part I – Recommendations for: immediate implementation of measures concerning building or mechanical systems operation and maintenance; any additional preliminary analysis, involving other disciplines that are necessary to resolve associated problems and/or provide additional information necessary to establish the need for any Stage II and Stage III analysis.

Part II – Recommendations for analysis of performance problems or performance irregularities of a complex nature such as; the need for an up–to–date survey by the Fire Commissioner to obtain his recommendations on the measures for fire protection and life safety that are now required for the existing occupancy and use; assessing the need for changes and additions to comply with current departmental directives.

Part I recommendations when implemented normally resolve the vast majority of performance problems. They consist of corrective action on various aspects such as:

1. window and door management;
2. improper or energy wasteful operational practices that involve the building and/or the mechanical systems;
3. instructions to occupants to improve their usage practices which can involve room thermostats, exhaust fans, fume hoods and cabinets, sanitary drains, domestic water supply, and supplementing cooling units including computer room units; and
4. improvements in operating and maintenance procedures, including generation of preventive maintenance instructions and suggested changes to operation practices, including the recording of costs, and performance data.

Part II recommendations initiate further analysis, monitoring and assessments on complex problems or issues at Stage II or Stage III or both. Analysis of these results provides information on building system design practices that improve briefing documents and building management and procurement practices.

3.2 STAGE II - SIMPLE MEASUREMENT TECHNIQUES

3.2.1 Description of Technique

The proper operation of equipment and systems, including control systems, is frequently in doubt during the preliminary assessment stage. Technical assistance is required to confirm whether these systems are operating properly or effectively.

A building technician that is familiar with electrical and mechanical test equipment, simple test procedures, and the particular building mechanical systems in question, is usually available to conduct these tests. In addition to testing, this technician should be sufficiently familiar with the day-to-day operations of the building, and with the reference documentation on the building to assist in familiarization and assessment activities.

3.2.2 Equipment

Typically, the necessary test equipment would include the following:

1. voltmeter
2. clamp-on ammeter
3. velometer (deflecting vane anemometer)
4. rotating vane anemometer
5. smoke devices (to suit)
6. dial thermometer
7. sling psychrometer
8. sound level meter
9. clamp-on AC wattmeter
10. pyrometer - portable
11. test thermometer (for temperature wells)
12. aneroid type pressure gauge
13. differential pressure gauges
14. tachometer
15. carbon dioxide analyser

3.2.3 Description of Procedure

The technician would perform the following:

1. Assist in the review of reference documentation and familiarization with all technical aspects associated with the day-to-day operation of the building mechanical systems.
2. Provide guidance in locating the installed location of equipment and maintenance aspects.
3. Provide all necessary information on operation and maintenance instructions and practical procedures.
4. Assist with the assessment of the evaluation results, particularly in technical aspects involving maintenance and operations and day-to-day building usage practices.

5. Conduct tests and provide the results necessary to confirm proper operation or to establish existing operational status. These tests and measurements include:

   a. voltage, current flow and power consumption of specific equipment;
   b. static pressure measurements of air and fluid flows to determine pressure drop;
   c. temperature measurements of:
      i. space air
      ii. air and fluid flow streams;
   d. air flow quantities through grilles and diffusers;
   e. carbon dioxide content of:
      i. space air
      ii. return, supply, and outdoor air streams
   f. rotational speeds of fans and equipment;
   g. noise from equipment;
   h. relative humidity in the space and in air streams;
   i. air leakage using smoke devices; and
   j. air flow patterns in the space using smoke devices.

Provide the information or test results, tabulated and suitably prepared in a report, with recommendations for action.

3.3 STAGE III - SPECIALIZED IN-DEPTH MONITORING

3.3.1 Description of Technique

This involves the in-depth analysis and evaluation of performance problems or performance irregularities that are of a complex nature. They are identified in Part II of the preliminary analysis report or the report resulting from Stage II studies. Problems identified for in-depth monitoring may concern the following:

1. abnormal system performance;
2. system interference, i.e. the operation of one mechanical system appears to interfere with the performance of another;
3. mechanical equipment performance, e.g. capacity, part-load operation, and response to control demands;
4. apparent mismatch of utility and needs, i.e. the utility, capacity and performance of mechanical systems as they relate to present user needs;
5. maintainability problems;
6. multi-discipline design; aspects that affect building mechanical system performance;
7. an in-depth analysis of operation and maintenance;
8. operating costs and the generation of current energy budget; and
9. fire protection for life safety and building protection, i.e., the reassessment of the related measures in force.

Various aspects of the above items are discussed in Section 1.2, Background Information.

The monitoring techniques vary with the problem involved and are determined by the professional and technical experts involved.

The results expected are: delineation of the cause of problems, evaluation of their magnitude and importance; recommendations to solve the problem; a basis for contracted design authorities to propose corrective measures.

3.3.2 Equipment

The wide range of test equipment required includes:

1. pitot–static tube
2. double reverse tube
3. flow measuring hood
4. U–tube manometer
5. inclined U–tube manometer
6. diaphragm type differential pressure gauge (Magnahelic)
7. hot wire anemometer
8. micro–manometer – hood gauge
9. deflecting vane anemometer
10. rotating vane anemometer – mechanical type – direct reading
11. rotating vane anemometer – electronic type – direct reading
12. smoke devices
13. test thermometer – mercury in glass, etched stem type
14. electronic thermometers
15. dial thermometers
16. pyrometers – portable
17. sling pyschrometer
18. other humidity measuring devices
19. differential pressure primary flow element
20. "Annubar" averaging type pitot tube
21. calibrated pressure gauges (test gauges)
22. differential pressure gauges
23. revolution counter (Odometer)
24. electronic tachometer (stroboscope)
25. choronometric tachometer
26. clamp–on portable volt–ammeter (Ohmmeter)
27. clamp–on portable AC power meter (Wattmeter)
28. recording instruments
29. electronic Data Logger
30. Orsat flue gas analyzer
31. smoke density meter
32. flue gas temperature thermometer
33. draft gauge
34. sound measuring instruments

3.3.3 Description of Procedure

In response to requests and with reference to the technique described herein, complete the necessary analysis, in-depth monitoring and studies to determine the cause of the problems identified.

The procedures followed are subject to the dictates of the problems to be analysed and are determined by the professional and technical experts involved. Before these procedures commence, mechanical equipment and systems must be examined to insure that they are properly installed and complete as designed and specified, and that proper operation and maintenance procedures are being practiced.

The results include all measurement data suitably identified and correlated to clearly illustrate the findings for each problem and be complete with a descriptive analysis and corrective recommendations in each case. The final report must identify pertinent aspects of these results that serve to improve:

1. briefing documents;
2. building management practices;
3. procurement practices involving equipment or building space.

4. APPENDICES

4.1 THE COMPOSITE BUILDING STRUCTURE

Building design traditionally involves a wide range of disciplines and incorporates many systems. The result is a composite structure that houses a planned work process and provides for:

1. a planned functional use of the internal space;
2. the satisfaction of all foreseeable occupant and building management needs and expectations; and
3. compliance with all pertinent codes and departmental standards and directives.

Consequently, the performance of building mechanical systems cannot be isolated from the composite structure.

Mechanical systems performance depends on several factors including:

1. building envelope integrity;
2. maintainability of the building envelope;
3. building usage;
4. window and door management; and
5. use of electrical systems and other equipment.

In addition, the integrated design process associated with the composite structure frequently experiences conflicts of design priorities, the results of which can have a significant impact on this performance. These conflicts are usually evidenced by:

1. condensation on the interior surfaces of the perimeter walls or the roof caused by a degradation in thermal insulating performance due to the existence of an ineffective moisture barrier, or thermal bridges in the walls or roof;
2. excessive infiltration due to stack effect or ineffective vestibules;
3. air intake locations that promote the intake of dust, fumes or other airborne contaminants by the ventilation systems;
4. equipment locations that make noise attenuation difficult or impossible;
5. equipment room sizes and locations that do not provide for removal or replacement of equipment; and
6. inadequate access for servicing or maintenance.

As a result, performance evaluation of mechanical systems must consider the "as-built", "as-used" and "as-maintained" condition of the composite structure. Consequently, the remedy for poor mechanical system performance of the building often involves other disciplines and changes that are not mechanical changes.

4.2 COMMISSIONING INFORMATION

"Total Building System Commissioning" involves all building system design authorities, owners, managers and pertinent regulatory authorities, together, as a unit in the

Commissioning process. If properly completed, the information available in the Commissioning Report includes building usage experience and is most valuable for post occupancy evaluation purposes.

Commissioning information that is normally available includes:

1. the Heating, Ventilating and Air–Conditioning Systems Commissioning Report and its attachments;
2. the Fire Commissioner's Report and attachments;
3. Certificates of approval and acceptance from regulatory authorities and usually some maintenance information on the plumbing and drainage systems.

The Heating, Ventilating and Air–Conditioning Systems Report deals with system performance, i.e., the evaluation of each heating, ventilating and air conditioning system as a whole, with all the pieces working together. An overall look at the combined operation of all systems is normally included. Consequently, this report and its attachments should provide the following information:

1. A detailed description of each system and of its operation as an individual system and as part of the total building system.
2. Testing and balancing information and data on air and water flow quantities in all systems. Indication of the degree of conformance to specified operation requirements.
3. Calibration and metering results.
4. Operating and maintenance instructions for each system.
5. It may also include the identification of aspects of the system design that may be responsible for unsatisfactory performance.

The Fire Commissioner's Report, which is the other major final acceptance document (i.e., a Commissioning document) that is normally readily available, is provided complete with instructions on the operation and maintenance requirements for each fire suppression system. This report outlines the measures for fire protection and life safety recommended by the Fire Commissioner. It also describes the building, details of building space, conditions of ownership or lease, and the type of occupancy and use with reference to floor plans and pertinent design drawings. These measures include:

1. life safety systems;
2. fire safety systems;
3. fire safety plans and procedures, which include training requirements for building operating personnel;
4. inspection, testing and maintenance requirements for life safety systems; and
5. Department and occupant roles and responsibilities.

The life safety systems are systems installed for the safety of occupants and for the assistance of fire fighters during a building emergency, and include:

1. fire alarm and voice communication systems;
2. emergency lighting systems;
3. elevators for emergency use;

4. sprinkler systems;
5. smoke control systems;
6. fire water supplies (pumps, standpipe and hose);
* 7. emergency power supplies, including generators and transfer switches;
8. fire extinguishers;
9. fire separations;
10. means of egress;
11. fire dampers and fire stop flaps;
12. sump and ejector pumps; and
13. areas of refuge.

*These items are referred to in D35, Electrical Systems Evaluation.

4.3 BUILDING MECHANICAL SYSTEM - DESIGN REQUIREMENTS

The function of the mechanical system is to provide the heating, ventilating, air conditioning, plumbing and fire protection to satisfy the requirements for a specific building occupancy and use. The design of these systems is based on the Design Requirements which relate to a planned building occupancy and use as described in the design brief. These consist of:

1. User Requirements; and
2. Codes and Standards Requirements.

The users are the building occupants and the building management. The demands placed on these systems by the occupants in the performance of their normal work activities, and by the building management in the operation and management of these systems, constitutes the User Requirement.

The Codes and Standards Requirements are the design, installation and system operational requirements that are necessary for the intended building usage and to protect against the effects of the prevailing outdoor environment. They provide for the provision of a comfortable and healthy internal working environment, suitable and convenient plumbing facilities, and adequate fire protection and life safety systems, all of which conform with pertinent:

1. national, provincial and local codes;
2. departmental directives, and
3. departmental standards and guidelines.

The design of building mechanical systems is based on satisfying the design requirements, which as indicated in the foregoing, relate to a planned building occupancy and use. Consequently, the performance of these systems is dependent on this occupancy and use, and changes to this usage or the existence of unforeseen requirements can significantly affect this performance.

Typically, Building Mechanical System Design Requirements involve the following:

1. specific occupant density patterns;
2. appropriate exhaust systems and plumbing facilities that satisfy code requirements;

3. specific zoning for heating, ventilating and air conditioning space temperature control;
4. specific internal environmental control of space temperature and relative humidity for designated building areas;
5. special heating, ventilating, air conditioning, plumbing, fire protection and life safety systems for designated areas such as: computer rooms, equipment rooms, conference rooms, photographic development rooms, laboratory rooms, exercise rooms, lunch rooms,building entrance vestibules, loading docks and garages (carbon monoxide monitoring systems are normally required in loading docks and garage areas);
6. a control system specifically designed to provide the operational control and the energy management functions necessary for effective management with building usage as intended; and
7. approved fire protection and life safety systems for the occupational use intended.

4.4 BUILDING MECHANICAL SYSTEM - EXISTING REQUIREMENTS

Existing Requirements differ from Design Requirements due to:

1. changes in the building occupancy and use; or
2. an oversight during design resulting in the failure to provide for specific requirements.

User Requirements and Codes and Standards Requirements are affected and a typical list of those involved is shown in Appendix 4.3.

Building mechanical systems are designed to satisfy a Design Requirement but are evaluated in terms of the Existing Requirement. Consequently, to evaluate their performance effectively it is necessary to become familiar with both requirements and the reasons for their differences, i.e. the changes in user requirements such as present needs for supplemental cooling, additional plumbing or exhaust facilities that have not been provided. Where a fit-up has taken place or where it is being planned for it is necessary to consider, for example, whether or not these changes give rise to the presence of liquids, gases or other materials that are hazardous or contaminating to the internal environment. When such occurs it is necessary to involve professional expertise to assess the pertinent Codes and Standards Requirements involved for appropriate action.

User requirements include building management needs and the needs and expectations of building occupants. Building management needs involve operation and maintenance aspects which are described in Appendix 4.5. Occupant needs and expectations are the most difficult to address. These needs are a function of:

1. work activity;
2. specific use of existing building space;
3. type of equipment and furnishings used and the materials handled; and
4. flexibility required in the use of available building space.

The determination of these needs involves a subjective evaluation of the work process function, with emphasis on: the relationship of the worker to the workplace, concern for

worker safety, and worker health and productivity. Unnecessary stress is the key element and such stress can be induced by: internal environment conditions, frustration aroused by the inconvenience of unsuitable mechanical systems, or by other causes such as personal health or the job itself.

Occupant requirements change frequently in a dynamic office environment. This is due to the current pressures of automation and the "electronic impact". The continuous addition of new equipment and new office procedures results in increases in occupation densities and changes in the occupational patterns throughout the office floor area. Frequently the result is a cellular office arrangement using 1.5 m to 1.8 m high movable partitions that extend to the floor for privacy and the attenuation of noise from individual personal computers and ancillary equipment, but not comfort. The additional cooling loads generated by computer equipment, personal desk lamps . . . etc., can frequently not be handled effectively by the office air conditioning system. In addition, this cellular partitioning arrangement normally prevents the discharge of supply air down into these cubicles since space air is not removed from the lower levels. Consequently, the supply air tends to pass above these partitions enroute to the return air grille and these spaces receive little or no cooling, ventilation or air change. In other words, dissatisfaction results due to the inability of the air conditioning system to satisfy the requirement, i.e. respond to occupant demands.

A similar scenario develops when there is a requirement for an exhaust fan and an appropriate outdoor air make-up system that has not been addressed. Air quality and/or comfort are degraded and occupant demands for an improvement cannot be satisfied.

4.5 BUILDING MANAGEMENT ASPECTS

The building management aspects involved with the evaluation of building mechanical system performance include:

1. operation and maintenance costs;
2. related maintenance requirements involving building elements such as the building envelope; and
3. maintainability aspects.

The operating and maintenance costs on record must be evaluated in terms of the type of building, occupancy and use, the type and the number of systems involved, fuel and energy use and the nature of maintenance requirements. Cost comparisons, with published survey results or with records of other similar buildings, require good judgement and caution.

Related maintenance requirements involve the maintenance of the thermal insulating and vapour barrier characteristics of the building envelope. This includes the building walls, roofs, doors, windows and any other building openings. Factors such as vapour barrier deterioration that can result in moisture migration from the building interior and insulation freeze-up, or the infiltration of outdoor air through perimeter cracks can significantly affect perimeter heating performance. To ensure that these related

maintenance requirements are attended to, the maintenance instructions used by the building maintenance staff should provide for:

1. the multi–disciplinary involvement necessary;
2. prevention oriented maintenance; and
3. keeping complete and accurate records of all maintenance activities and costs.

Maintainability is a measure of the ease with which satisfactory performance can be maintained. It is usually assessed on the basis of the difficulties that arise with the restoration, repair, servicing, or the removal and replacement of equipment or building elements. Such difficulties are usually attributed to:

1. design problems that involve integrated design and the coordination of design and construction activities of a multi–discipline nature;
2. the unsatisfactory availability and cost of items that are normally replaced frequently; and
3. inferior durability of: equipment or building elements that are difficult and expensive to replace, or are not normally replaced during the life cycle of the building.

The design problems referred to frequently involve mechanical equipment rooms and equipment spaces, or perimeter envelope systems.

Difficulties associated with servicing, repair, removal and replacement of equipment, such as boilers, chillers, heating coils, cooling coils and air filters, is frequently experienced in mechanical equipment rooms and equipment spaces. This is attributable to the design and construction aspects associated with each specific room or space. The location of each room within the building, its size, shape, and the layout of the equipment it houses, determines the availability of suitable access and space for maintenance and the opportunity to remove and replace defective equipment without undue difficulty.

Difficulties in maintaining perimeter heating performance is complicated by the integral and composite nature of the perimeter envelope systems. They comprise doors, windows, structural elements,insulated walls and various perimeter heating and cooling elements that all function as a unit, to provide a weather barrier and offset heat losses to or heat gains from the outdoor environment. Consequently, the performance of perimeter systems is dependent on the performance of all composite elements and on the maintainability of these elements.

4.6 BUILDING PERFORMANCE EVALUATION DOCUMENT LIST

Documents in this series have been divided into four classes. Class A documents describe the use of documents in the other three classes. Class B is a catalogue of tests which includes an index and cross reference list. Class C documents provide an overview of the three performance areas and summarize the Class D documents in the respective area. Class D documents contain descriptions of performance attributes and detail means of assessing those attributes.

	A1	Project Manager's Guide
	A2	Property Manager's Guide
	B1	Catalogue of Tests
Overviews:	C1	Environmental and Energy Performance
	C2	Functional Performance
	C3	Systems and Material Performance
Environmental and Energy Performance	D01	Pollutant Evaluation
	D02	Pollution Migration
	D03	Thermal Environment Evaluation
	D04	Global Evaluation: Energy Performance
	D05	Component Evaluation: Energy Performance
	D06	Equipment and Systems Evaluation: Energy Performance
	D07	Retrofit Evaluation: Energy Performance
	D08	Acoustic Environment Evaluation
	D09	Air Circulation Evaluation
	D10	Illumination Evaluation
	D11	Weather Data Collection
Functional Performance	D20	Record and Archive Analysis
	D21	Plan Annotation
	D22	Focused Interviews
	D23	Questionnaires
	D24	Observation
Systems and Material Performance	D30	Structural Walls and Columns: Condition Survey
	D31	Structural Slabs and Roofs: Condition Survey
	D32	Parking Garages: Condition Survey
	D33	Mechanical Systems Evaluation
	D34	Mechanical Controls Evaluation
	D35	Electrical Systems Evaluation
	D36	Airtightness and Pressure Monitoring
	D37	Measurement of Outdoor Air Supply Rate
	D38	Thermographic Inspections of Building Enclosures
	D39	Thermal Resistance Measurement
	D40	Moisture Content Inspections
	D41	Roofing Systems Evaluation

Travaux publics Canada
Services d'architecture et de génie

Public Works Canada
Architectural and Engineering Services

Série sur l'évaluation du rendement des immeubles

Évaluation des installations mécaniques

Document D33

Canada

Série sur l'évaluation du rendement des immeubles

Évaluation des installations mécaniques

Document D33

SAG 1-4:86-42

mars 1988

Travaux publics Canada / Public Works Canada

FICHE SIGNALÉTIQUE DE DOCUMENT

1. Titre du document ÉVALUATION DES INSTALLATIONS MÉCHANIQUES	2. Numéro de contrôle AES/SAG 1-4:86-42
	3. Date mars 1988
4. Auteur(s) W.A. Brown	5. No de réf. du conseil
6. Chargé de projet	7. No de la collection technique D33
8. Nom et adresse de l'organisme rédacteur Division du rendement des immeubles, T.P.C. Local C-548, Édifice Sir Charles Tupper Promenade Riverside, Ottawa, Ontario, K1A 0M2 Téléphone: (613) 998-7830	9. Type de document Lignes directrices
	10. Nombre de pages 26
11. Nom et adresse de l'organisme promoteur Technologie du design, de la construction et de l'immobilier Programmes de soutien à la gestion immobilière fédérale Logement	12. No de dossier de TPC A4270-16
	13. No de projet de TPC 602055
14. Notes Toutes questions ou commentaires doivent être dirigés à l'organisme rédacteur, se référer à 8 ci-haut.	15. No de publication de ASC
	16. ISBN

17. Résumé

Ce document établit une procédure analytique pour évaluer la performance des installations mécaniques dans les immeubles occupés. Avec ce processus d'évaluation, une procédure d'évaluation définie et subjective pour un grand nombre de types d'immeubles et d'usages qu'on lui confère sera fournie.

La procédure d'évaluation consiste en trois étapes. L'étape 1 est une évaluation préliminaire et observation de l'installation mécanique durant une visite. L'étape 2 est une analyse avancée du problème, des techniques simples de mesure sont effectuées par les techniciens du bâtiment. Une équipe de professionnels s'occupera du monitorage détaillé et spécialisé des problèmes de performance; des recommandations définitives découleront de cette étape 3.

18. Diffusion Exemplaires disponibles: Centre de documentation Services d'architecture et de génie Travaux publics Canada Édifice Sir Charles Tupper Promenade Riverside Ottawa, Ontario K1A 0M2	19. Mots clés	
	20. No de catalogue du centre de documentation BP D33b	21. Prix

Le ministre des Travaux publics ne fait aucune recommandation ou n'endosse sous quelque forme que ce soit, exprimée ou tacite, cette publication ou les programmes ou l'information qu'elle contient quant à la qualité, la commercialisabilité, l'adéquation à une fin particulière ou la capacité à produire un résultat quelconque. En aucun cas, le Ministre ou Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, ses employés, fonctionnaires ou agents gouvernementaux ne peuvent être tenus légalement responsables à l'égard de quiconque pour un préjudice direct, indirect ou découlant de l'utilisation de ladite publication ou des programmes ou de l'information y contenus.

Publiés par les Services d'architecture et de génie
Travaux publics Canada

TABLE DES MATIÈRES

1.	**INTRODUCTION**	*1*
1.1	But et objectifs	*1*
1.2	Information de base	*1*
2.	**DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**	*4*
2.1	Directives et manuels ministériels	*4*
2.2	Rapports et carnets d'exploitation et d'entretien	*4*
2.3	Documentation sur la construction et la mise en service	*4*
2.4	Normes et lignes directrices	*5*
3.	**MÉTHODOLOGIE**	*6*
3.1	Étape I – Évaluation préliminaire	*6*
3.1.1	Description des techniques	*6*
3.1.2	Équipement	*8*
3.1.3	Démarche détaillée	*8*
3.1.4	Analyse et évaluation	*13*
3.2	Étape II – Techniques simples de mesure	*14*
3.2.1	Description des techniques	*14*
3.2.2	Équipement	*15*
3.2.3	Démarche détaillée	*15*
3.3	Étape III – Monitorage détaillé et spécialisé	*16*
3.3.1	Description des techniques	*16*
3.3.2	Équipement	*17*
3.3.3	Démarche détaillée	*18*
4.	**ANNEXES**	*19*
4.1	Structure composite du bâtiment	*19*
4.2	Informations relatives à la mise en service	*20*
4.3	Conditions de base des systèmes mécaniques du bâtiment	*21*
4.4	Conditions existantes des systèmes mécaniques	*22*
4.5	Facteurs de gestion du bâtiment	*24*
4.6	Liste des documents évaluant le rendement des immeubles	*26*

1. INTRODUCTION

1.1 BUT ET OBJECTIFS

Le présent document établit une méthode d'analyse pour évaluer la performance des installations mécaniques des bâtiments occupés. Ces installations comprennent le chauffage, la ventilation, le conditionnement d'air, la plomberie, la protection incendie et la sécurité des personnes. La performance de ces différentes installations est mesurée en fonction du degré de satisfaction des besoins existants, définis par les besoins de l'utilisateur et les exigences des normes et codes pertinents en vigueur.

Le document vise donc à faciliter cette évaluation; à cette fin, une méthode d'appréciation subjective bien établie est fournie, qui même si elle revêt un caractère générique, pourra être appliquée à un grand nombre de types de bâtiments et d'usages. Toute la documentation de référence et les informations de base nécessaires définissent clairement les modalités d'application. Également s'y trouve une méthode d'évaluation divisée en plusieurs étapes distinctes, afin de faciliter le recours, au besoin, à des spécialistes.

1.2 INFORMATION DE BASE

En gros, cette méthode d'analyse de la performance inclue les activités suivantes:

.1 Familiarisation avec les installations "d'après exécution", l'aménagement ou l'adaptation du projet initial, et l'intention ou le but du projet.
.2 Familiarisation avec les méthodes d'exploitation et d'entretien en vigueur, et tous les problèmes connexes signalés dans le fichier.
.3 Inspection sur place, fondée sur une série d'observations proposées, afin de mener une analyse subjective, déterminer les besoins existants et définir la performance actuelle des installations mécaniques du bâtiment.
.4 Intervention d'autres disciplines dans l'évaluation préliminaire d'éléments ou systèmes du bâtiment qui semblent avoir des incidences sur la performance des installations mécaniques.
.5 Contrôles simples, visant à déterminer la performance des installations ou les caractéristiques de l'ambiance intérieure.
.6 Recours, au besoin, à un expert technique spécialisé en contrôles approfondis.
.7 Rapports d'évaluation et recommandations pour chaque étape de l'analyse.

La méthode d'évaluation est assortie d'une technique et d'une marche à suivre spécifiques; c'est une méthode subjective, étant donné qu'elle est axée sur l'analyse des éléments suivants:

.1 la qualité de l'ambiance intérieure, du point de vue du confort et de la santé des occupants;
.2 la qualité et la commodité des installations en fonction de l'occupation et de l'usage particuliers du bâtiment;
.3 la protection incendie et la sécurité des personnes; et
.4 l'expérience cumulée d'exploitation et d'entretien, et les coûts connexes.

Les documents de référence contiennent, sur le bâtiment, des informations concernant son état d'après les plans "tel–que–construit", "tel–qu'utilisé", et "tel–qu'entretenu", ils contiennent également des renseignements sur les normes et lignes directrices normalement applicables. Les annexes 4.1 à 4.5 contiennent des informations de base sur la structure composite du bâtiment, sa mise en service, les conditions de base établies lors de la conception et les conditions existantes ou actuelles. Ces informations viennent préciser les paramètres de l'évaluation, et elles aideront à se familiariser avec les installations mécaniques du bâtiment, les besoins qu'ils doivent satisfaire, et les aspects connexes de la performance de la structure composite.

La méthodologie employée comporte trois étapes d'évaluation chacune faisant appel à des connaissances techniques plus avancées que la précédente. Évaluation préliminaire, nécessitera souvent l'intervention d'autres disciplines, pour l'analyse d'éléments ou des installations du bâtiment, en raison de l'interdépendance existant entre la conception et la performance de la structure composite. L'étape II, Techniques simples de mesure, sera effectuée, dans bien des cas, par un technicien en gestion du bâtiment. Quant à l'étape III, Monitorage détaillé et spécialisé, elle sera réalisée par une équipe distincte d'experts, qui conduiront des analyses détaillées qui devraient aboutir à la formulation de recommandations définitives.

L'inspection sur place dont il est question à l'étape I repose sur une série d'observations types qui ne sont pas nécessairement présentées par ordre d'importance, mais plutôt comme liste de contrôle destinée à faciliter la recherche des problèmes affectant la performance des installations mécaniques. Cette inspection devrait en même temps fournir l'occasion de déterminer les besoins de l'utilisateur, et d'établir les conditions existantes, en se reportant à l'annexe 4.4.

L'étape III, Monitorage détaillé et spécialisé, comporte l'étude de problèmes de performance complexes. Habituellement, ces problèmes ne sont pas difficiles à cerner, mais ils peuvent cependant mettre en cause plusieurs systèmes ou le fonctionnement d'équipements primaires comme les chaudières, les refroidisseurs, les tours de refroidissement, les ventilateurs principaux ou le système central de commande. L'évidence de ces problèmes inclue:

.1 écarts importants dans le débit de circulation d'air des systèmes à volume constant;
.2 écarts trop grands de la température ambiante des aires desservies par systèmes à volume variable;
.3 fluctuation fréquentes de température de l'air intérieur dans plusieurs aires;
.4 courants d'air excessifs dans les corridors ou les ouvertures des portes;
.5 ouverture ou fermeture difficile des portes à cause des fortes pressions d'air à vaincre;
.6 bruit excessif causé par le débit d'air sortant des diffuseurs;
.7 fuites d'eau fréquentes, en plusieurs endroits;
.8 odeurs prédominantes en maints endroits;
.9 gel fréquent des canalisations de plomberie, du réseau de protection incendie, ou du système de chauffage;
.10 augmentations ou écarts appréciables des coûts d'exploitation saisonniers;

.11 infiltrations incontrôlables dans n'importe quelle aire du bâtiment;
.12 conflits entre les systèmes: le fonctionnement d'un système semble nuire à la performance d'autres systèmes;
.13 impossibilité de maintenir la température voulue dans les vestibules; et
.14 gel de l'appareil de chauffage.

Ces situations peuvent être causées par un mauvais équilibrage de la distribution d'air ou des systèmes hydroniques, du fonctionnement anormal des équipements ou des systèmes primaires, où les deux. Il n'est pas impossible qu'il faille intervenir au niveau de la conception et de la réalisation des installations.

2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

2.1 DIRECTIVES ET MANUELS MINISTÉRIELS

.1	D/D–118	Critères régissant le conditionnement de l'air dans les immeubles existants.
.2	D/D–126	Programme de sécurité du milieu.
.3	D/D–129	Installations d'extinction automatique à l'eau dans les immeubles à bureau de grande hauteur.
.4	D/D–130	Mesures de sécurité dans les immeubles de Travaux publics Canada.
.5	D/D–148	Budgets de consommation d'énergie.
.6	Volume 6 6.19.1	Liste de contrôle pour l'entretien des bâtiments nouveaux et rénovés.
.7	Volume 13 13.10	Politique, normes et guide du Conseil du Trésor.

2.2 RAPPORTS ET CARNETS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

Toute information disponible, notamment:

.1 les plaintes des occupants du bâtiment;
.2 les opérations d'entretien et les réparations;
.3 la consommation d'énergie; et
.4 les coûts d'énergie et d'entretien.

2.3 DOCUMENTATION SUR LA CONSTRUCTION ET LA MISE EN SERVICE

Toute information disponible:

Documents de mise en service:

.1 dessins "d'après exécution" des installations mécaniques et des commandes; documents décrivant le fonctionnement des systèmes de commande;
.2 rapports définitifs sur les essais, l'équilibrage et le réglage;
.3 rapports définitifs sur les essais de performance des équipements;
.4 manuels d'instructions;
.5 manuels d'exploitation et d'entretien;
.6 calendriers d'entretien et procédures de mise en marche et d'arrêt des installations; et
.7 toute documentation complémentaire de mise en service, consécutive à des travaux d'aménagement effectués pour satisfaire à l'usage du bâtiment.

Documents de conception et de construction:

.1 exposé de projet;
.2 devis descriptif;
.3 dessins de construction; et
.4 dessins d'atelier et descriptions des produits provenant des fabricants.

2.4 NORMES ET LIGNES DIRECTRICES

Sont inclus:

.1 American National Standards Institute (ANSI)/American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). **ANSI/ASHRAE 55-1981 : Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** Atlanta: ASHRAE, 1981.

.2 American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). **ASHRAE 62-1981 : Ventilation for acceptable Indoor Air Quality.** Atlanta: ASHRAE, 1981.

.3. _____. **ASHRAE HANDBOOKS:** 4 volumes. Atlanta: ASHRAE.

.4 Travaux publics Canada. MD-15000 - **Normes sur l'environnement des locaux administratifs.** Ottawa: Travaux publics Canada, 1984.

.5 _____. MD-15000S - **Supplément aux MD-15000 - Normes sur l'environnement des locaux administratifs.** Ottawa: Travaux publics Canada, 1985.

.6 _____. MC-15010 - **Mise en service des installations mécaniques.** Ottawa: Travaux publics Canada, 1986.

.7 _____. MD-15600 - **CVCA et les autres dans cette série.**

.8 Conseil du trésor du Canada. **Manuel de gestion du personnel, Volume 12, Sécurité et santé au travail.** Ottawa: Conseil du trésor du Canada.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 ÉTAPE I – ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE

3.1.1 Description des techniques

La technique employée pour la réalisation de l'étape I nécessite un équipement de base, et elle est assortie d'une marche à suivre particulière. L'équipement et les détails de la marche à suivre sont tous deux décrits dans les sections suivantes. Cette technique d'évaluation est un moyen pratique d'évaluer la performance des installations mécaniques d'un bâtiment; elle consiste, une fois que les problèmes de performance ont été cernés, à les définir davantage du point de vue:

.1 de l'importance: c'est-à-dire s'il est justifié ou non de prendre d'autres mesures;

.2 des causes les plus probables; s'il semble y avoir plusieurs facteurs, on devra passer à une étape ultérieure de l'analyse; et

.3 des recommandations: notamment des mesures correctives visant à apporter, au niveau des utilisations, certains changements susceptibles de régler les problèmes de performance.

.4 que l'évaluation préliminaire des installations mécaniques doit également porter sur l'environnement intérieur, afin que l'on puisse connaître l'opinion des occupants sur le degré de confort et sur l'influence exercée sur ce dernier par:

a. la température ambiante,
b. la chaleur solaire,
c. l'humidité relative,
d. la stratification des températures ou les courants d'air
e. la vitesse de l'air et
f. le bruit de l'équipement mécanique.

.5 Sont également évalués les effets de la qualité de l'air sont également évalues sur la santé et le confort, et les répercussions, sur cette qualité, des facteurs suivants:

a. odeurs et fumées; particules et contaminants en suspension dans l'air;
b. installations d'extraction et de renouvellement d'air;
c. méthodes employées par les occupants pour la manutention et le stockage des matières dangereuses qui dégagent des odeurs ou des vapeurs polluantes; et
d. la performance du système de ventilation selon l'usage du bâtiment: les variations de la densité d'occupation, le cloisonnement intérieur, le mobilier et le matériel peuvent influer sensiblement sur la performance de la ventilation.

L'évaluation préliminaire devrait également englober l'utilité et la performance des installations mécaniques, sur les plans suivants:

.6 Qualité et commodité des installations fournies, compte tenu de l'usage et du type d'occupation auxquels est soumis le bâtiment.

Cet aspect concerne particulièrement les écarts entre les conditions existantes et les conditions de base, auxquelles doivent satisfaire les installations mécaniques du bâtiment, comme le décrivent les annexes 4.3 et 4.4. Il s'agit notamment de comparer la performance de ces installations dans les conditions existantes d'occupation et d'utilisation du bâtiment, par rapport au but du projet en matière de performance.

.7 Protection incendie et sécurité des occupants et du bâtiment.

Il arrive souvent que les mesures de protection incendie et de sécurité des personnes, recommandées par le Commissaire des incendies du Canada (CIC) soient effectivement respectées, mais que leur efficacité, dans l'ensemble, soit réduite à cause des facteurs ci–après.

a. Inspection, essais et entretien inadéquats des systèmes de protection des personnes.
b. Formation incomplète du personnel de TPC ou des occupants.
c. Rôles et responsabilité incomplètement assumés, en particulier lorsqu'il s'agit d'installations louées à bail.
d. Nécessité de faire inspecter le bâtiment par le CIC et de faire mettre ces mesures à jour, afin:

   i de satisfaire aux exigences additionnelles énoncées dans une directive du Ministère, par exemple la directive D/D–129, Installations d'extinction automatique à l'eau dans les immeubles à bureau de grande hauteur;
   ii de tenir compte des caractéristiques d'aménagement du locataire qui ne sont pas compatibles avec ces mesures; ou
   iii de tenir compte des changements d'occupation d'une partie ou de la totalité du bâtiment.

Ces mesures de protection incendie et de sécurité des personnes s'appliquent au lien particulier entre l'occupation et l'usage du bâtiment, prévu lors de la conception et de la construction, et décrit dans le rapport du CIC. Un changement dans l'usage du bâtiment peut nécessiter des modifications à ces mesures afin d'améliorer la performance des systèmes de protection et de satisfaire aux exigences des normes et codes pertinents. On trouvera des informations sur le rapport du CIC, à l'annexe 4.2, Informations relatives à la mise en service.

.8 Les problèmes d'exploitation et d'entretien, leurs coûts connexes, de même que les divers aspects pertinents de ces deux fonctions, sont traités à l'annexe 4.5, Facteurs de gestion du bâtiment. Jusqu'à maintenant, la documentation du dossier de gestion du bâtiment se résume aux données et informations suivantes:

a. consommation de combustible;
b. énergie électrique consommée par les installations mécaniques;
c. méthodes d'exploitation des installations et des équipements, et conformité de ces méthodes aux instructions en vigueur;

d. méthodes d'exploitation et d'entretien du bâtiment, plus particulièrement les répercussions, qu'exercent sur les coûts, les méthodes employées pour la gestion des ouvertures (portes et fenêtres), et pour l'exploitation et l'entretien de l'enveloppe du bâtiment; et

e. la maintenabilité des équipements et installations mécaniques, et les dossiers faisant état des coûts d'entretien et des difficultés connexes.

3.1.2 Équipement

L'évaluation préliminaire consistant en une inspection sur place précédée d'une courte revue des problèmes, des fichiers et des documents de référence au dossier, seul l'équipement suivant est nécessaire:

.1 Thermomètre
.2 Psychromètre
.3 Crayon fumigène.

3.1.3 Démarche détaillée

La marche à suivre est établie d'après les critères de performance énoncés en 3.1.1, Description des techniques, et elle comporte les activités suivantes.

Revue de la documentation

Revue succinte de la documentation de référence pertinente, afin de se familiariser d'une manière générale avec:

.1 les systèmes de commande d'ambiance, c'est-à- dire les systèmes de chauffage, de refroidissement, d'humidification et de filtration d'air;
.2 l'emplacement des locaux des équipements et la disposition du réseau de distribution d'air;
.3 le type de système de commande;
.4 les systèmes de protection incendie ainsi que les dispositions et les consignes visant à assurer la sécurité des personnes;
.5 les systèmes distincts desservant les locaux isolés comme les salles d'ordinateurs;
.6 les instructions et méthodes d'exploitation et d'entretien, et les coûts connexes;
.7 les rapports traitant de problèmes particuliers comme l'insatisfaction des occupants et les difficultés d'exploitation et d'entretien.

Méthode de suivi:

.1 Inspection sur place de toutes les aires du bâtiment, en portant une attention particulière aux postes de travail;
.2 participation d'autres disciplines, au besoin, afin d'évaluer les aspects connexes;
.3 évaluation et analyse de toutes les données et observations pertinentes, en vue d'étapes subséquentes d'évaluation ou de la rédaction du rapport.

Sommaire de l'inspection sur place:

L'inspection sur place constitue l'activité principale de l'évaluation préliminaire; elle dresse une évaluation subjective du fonctionnement global de l'installation, d'une part

suivant les critères de performance énoncés en 3.1.1, Description des techniques, et, d'autre part, en se reportant aux informations données dans l'annexe. L'attention devrait être porté sur les observations pouvant aider à déceler des problèmes au niveau des éléments suivants:

.1 température ambiante;
.2 courants d'air;
.3 circulation d'air;
.4 qualité et commodité des installations;
.5 protection incendie et sécurité des personnes;
.6 voies d'évacuation;
.7 réseaux de plomberie, y compris le drainage;
.8 qualité de l'air (fumées ou odeurs prédominantes);
.9 modification du fonctionnement des installations suite à des changements d'occupation et d'usage des espaces; et
.10 exploitation et entretien.

Observations au lieu de travail:

Voici une liste type d'observations permettant de diagnostiquer des problèmes dans le lieu de travail:

.1 Grilles de soufflage du chauffage périphérique (refroidissement dans certains cas) couvertes de livres et autres objets.
.2 Diffuseurs en plafond entièrement ou partiellement bloqués (le plus souvent par des feuilles de papier).
.3 Efficacité de la circulation d'air compromise par l'emploi de cloisons amovibles descendant jusqu'au plancher.
.4 Grilles de reprise d'air (y compris celles dans les portes) obturées de la même manière que pour les diffuseurs en plafond ou non installées en quantité insuffisante ou aux mauvais endroits lors de la construction du bâtiment.
.5 Écart appréciable entre le point de consigne du thermostat d'ambiance et la température effectivement mesurée (supérieur à 1,5° C).
.6 Chaudière ou générateur de chaleur ne fonctionnant pas lorsqu'il y a appel de chaleur; ou aucun apport de chaleur ou local en cause.
.7 Compresseurs de refroidissement ou de réfrigération ne fonctionnant pas lorsqu'il y a demande de refroidissement; ou aucun apport de refroidissement au local en cause.
.8 Ouverture fréquente des fenêtres.
.9 Fuites d'air par les murs-rideaux ou par les fenêtres.
.10 Fermeture non étanche des portes des vestibules, ou blocage occasionnel de ces portes en position ouverte.
.11 Impossibilité de maintenir la température voulue dans les vestibules; cas confirmés de gel des appareils de chauffage.
.12 Pression insuffisante (inférieure à 20) de l'alimentation en eau domestique.
.13 Fuites dans le réseau de plomberie ou problèmes de drainage.
.14 Évacuation impossible ou difficile des personnes à cause du mobilier.
.15 Gel des réseaux de plomberie, de chauffage ou de protection incendie.

.16 Présence, dans les locaux, de grosses pièces d'équipement ou de mobilier, par exemple des conduits ou des tables de travail de grandes dimensions, susceptibles d'empêcher que l'eau des extincteurs automatiques soit projetée correctement sur le feu.

.17 Extincteurs devenus inefficaces suite à un réaménagement des cloisons intérieures.

.18 Pression incorrecte du système d'extincteurs automatiques ou des canalisations des armoires d'incendie, causée par une vanne qui demeure fermée ou par le non-fonctionnement d'une pompe de surpression.

.19 Ventilateurs d'extraction ne fonctionnant pas ou fonctionnant de manière inefficace en raison du sens incorrect de rotation.

.20 Confort des occupants compromis par la présence de courants d'air pouvant résulter d'infiltrations d'air, d'un débit trop grand aux diffuseurs, ou d'un transfert de grandes quantités d'air, à l'intérieur, provoqué par un mauvais équilibrage du système de ventilation. On peut vérifier certaines caractéristiques de ces courants d'air à l'aide d'un crayon fumigène.

.21 Colmatage des filtres à charpie ou des filtres à air des appareils installés en local; mauvaise planification de l'entretien des filtres.

.22 Présence d'odeurs et de fumées en certains endroits où le caractère des activités et la nature des matières manutentionnées justifieraient une installation spéciale d'extraction et de renouvellement d'air.

.23 Odeurs prédominantes et impression de lourdeur, habituellement causées par un renouvellement d'air insuffisant ou une proportion trop faible d'air neuf mélangé à l'air soufflé dans le local ou la zone en cause.

.24 Odeurs et impression de lourdeur occasionnelles. Cette situation peut être causée par une restriction importante de la prise d'air extérieur, probablement attribuable à une commande défectueuse ou à l'accumulation de neige dans les volets d'aération. Il se peut également que l'emplacement de la prise d'air soit tel que la fumée des cheminées y est poussée lorsque le vent souffle dans une direction en particulier.

.25 Condensation sur les parois intérieures périphériques, habituellement causée par un degré très élevé d'humidité relative à l'intérieur du bâtiment. Durant la saison de chauffage, l'humidité relative ne devrait pas dépasser 30 pour cent, dans les zones périphériques. Un degré plus élevé indique qu'il y a, avec l'enveloppe du bâtiment, des problèmes nécessitant l'intervention d'autres disciplines et d'experts techniques, comme le mentionne la partie "Information de base", du présent document.

.26 Accès aux avertisseurs manuels d'incendie, aux armoires d'incendie ou aux extincteurs automatiques bloqué par le matériel ou le mobilier.

.27 Stratification des températures dans les locaux, signe d'une circulation insuffisante ou de courants d'air excessifs.

.28 Infiltration d'air extérieur ou débit trop grand de circulation d'air dans les locaux, les corridors ou les ouvertures des portes. Ces problèmes, en plus de la manoeuvre (ouverture ou fermeture) difficile des portes, sont l'indice soit d'une anomalie au niveau de l'équilibrage d'air, soit des conditions créant un effet de cheminée.

.29 Bruit nuisible manifeste dans l'aire de travail, causé par le fonctionnement de l'équipement mécanique.

.30 Chaleur solaire excessive signalée par les occupants ou détectée par les systèmes. Cette situation peut être attribuable à l'absence ou l'utilisation incorrecte de dispositifs pare-soleil dans les fenêtres.

.31 Apport, dans le local, d'une chaleur trop forte, dégagée par le matériel s'y trouvant.

.32 Réglages intempestifs et non autorisés des thermostats d'ambiance.

.33 Utilisation flagrante de ventilateurs ou d'appareils de chauffage électrique portatifs, par les occupants.

Observations des installations et équipements mécaniques

Les différentes observations cernent les besoins de l'utilisateur sur lesquels doit se pencher l'équipe de gestion, peuvent varier selon le type de bâtiment, mais elles deviendront davantage évidentes au fur et à mesure des examens des locaux et espaces réservés aux équipements, y compris l'équipement hors toit. La liste ci-après décrit les observations les plus importantes:

.1 Non-fonctionnement et démarrage impossible, des installations et équipements mécaniques qui devraient normalement être en marche.

.2 Sens de rotation incorrect de certains ventilateurs.

.3 Fonctionnement anormal des ventilateurs, manifesté par la présence de vibrations, pulsations et bruits exagérés.

.4 Encrassement des serpentins de chauffage ou de refroidissement.

.5 Filtres très sales; indicateurs de remplacement défectueux; méthode inadéquate d'entretien des filtres ou non conforme aux instructions.

.6 Maintenabilité insuffisante ou inadéquate. Cet aspect est traité en détail à l'annexe 4.5, Facteurs de gestion du bâtiment.

.7 Techniques d'exploitation et d'entretien non conformes aux instructions.

.8 Éclairage insuffisant pour l'exécution de l'entretien.

.9 Protection insuffisante des espaces des équipements contre les intempéries, ce qui crée de mauvaises conditions pour l'accomplissement des travaux d'entretien.

.10 Fuites du système de ventilation, plus particulièrement dans les conduits, les raccordements des conduits, autour des panneaux d'accès au matériel ou des trappes des chambres d'air.

.11 Équipements et conduits incorrectement calorifugés, et non pouvus d'un pare-vapeur approprié.

.12 Absence de moyens efficaces de drainage des condensats, et dans les planchers, selon les responsables de la gestion immobilière.

.13 Prises d'air extérieur affectées par la neige ou la poussière provenant du toit, ou la pluie chassée par le vent.

.14 Fonctionnement inefficace du système de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air, du point de vue de l'économie d'énergie et de la réduction des coûts d'exploitation, à cause de:

a. absence de contrôle aux heures d'utilisation;

b. apport excessif d'air extérieur pour la ventilation;

c. serpentins encrassés, particulièrement ceux de refroidissement;
d. utilisation de la réchauffe;
e. chauffage non contrôlé durant l'été;
f. fuites du réseau de distribution d'air;
g. filtres à air sales;
h. utilisation inadéquate de l'air extérieur lors du refroidissement;
i. surveillance inexistante du degré d'humidité; et
j. absence de récupération de la chaleur perdue.

.15 Fonctionnement incorrect des installations de commande, comme le démontrent les situations suivantes: (pour une analyse plus détaillée, se reporter au document D34 Évaluation des contrôles mécaniques.)

Remarque – Les observations suivantes s'appliquent aux systèmes de commande qui sont communs à la plupart des installations mécaniques. Par ailleurs, on ne doit modifier ni les points de consigne ni les réglages des commandes, étant donné que ces observations concernent l'exploitation normale des systèmes et ne nécessitent normalement aucune compétence particulière en matière de commandes.

a. Mauvaise étanchéité des registres d'admission d'air extérieur, et d'extraction d'air intérieur, lorsque les systèmes de traitement d'air sont arrêtés.
b. Réglage inexistant ou imprécis de la quantité d'air neuf admis, dans certains systèmes de ventilation.
c. Ouverture incomplète des robinets d'alimentation des serpentins de chauffage susceptibles de geler, en hiver, lorsque les systèmes de traitement d'air sont arrêtés.
d. Non–interruption du fonctionnement des systèmes utilisant l'air extérieur, lorsque ces derniers sont en mode de protection contre le gel. On peut vérifier cette situation par les cas de gel des serpentins portés aux dossiers, ou en mettant de la glace sèche sur le capteur de température du dispositif de protection contre le gel.
e. Existence d'au moins un cas d'écart appréciable (supérieur à 1,5°C) entre les valeurs indiquées au tableau de contrôle et celles mesurées, pour ce qui est des paramètres suivants: air de soufflage, air de reprise et air extérieur, eau de refroidissement et eau de chauffage.
f. Apport de refroidissement mécanique même lorsque la température extérieure est suffisamment basse pour assurer un refroidissement naturel.
g. Ventilateurs d'extraction à grand débit ne s'arrêtant pas automatiquement lorsque les systèmes d'alimentation en air neuf sont arrêtés. Cette situation peut être corrigée par une intervention manuelle susceptible d'être oubliée, ce qui provoquera l'infiltration de grandes quantités d'air extérieur pour compenser l'air extrait.

h. Degré d'humidité non contrôlé dans les locaux. Électricité statique produite par la circulation des personnes sur les moquettes; plaintes concernant la sécheresse de l'air. Condensation sur les fenêtres, en hiver, signe d'un degré d'humidité trop élevé.

i. Enregistrements du tableau de contrôle démontrant un fonctionnement irrégulier, confirmé par des écarts fréquents et appréciables de température et d'humidité.

j. Inexactitude ou non-signification apparente des données de consommation d'énergie, suite à des calculs comparatifs.

Observations des locaux et espaces des équipements

Les observations suivantes constituent des indices de l'insuffisance des moyens de protection incendie et de sécurité des personnes, et des mauvaises conditions de santé et sécurité dans les locaux et espaces réservés aux matériels:

.1 éclairage inadéquat aux endroits où la sécurité est importante;

.2 absence de carters ou de gardes autour des courroies d'entraînement;

.3 ventilation et température ambiantes insatisfaisantes;

.4 blocage ou insuffisance de l'apport en air de combustion;

.5 qualité insuffisante des moyens d'évacuation des personnes;

.6 fuites perceptibles de produits de combustion, de gaz, d'essence, de mazout, etc.;

.7 stockage de matières ou matériaux dangereux, pouvant compromettre la sécurité ou la santé des personnes;

.8 absence ou nombre insuffisant de matériel de lutte contre l'incendie (extincteurs automatiques, extincteurs portatifs, armoires d'incendie, etc.);

.9 vannes d'alimentation du système d'extincteurs automatiques bloquées en position fermée;

.10 non intervention des pompes de surpression du réseau d'extincteurs automatiques, pour assurer la pression nécessaire.

.11 réaction inadéquate des systèmes de traitement d'air et des dispositifs coupe-feu ou coupe-fumée automatiques, lors du déclenchement de l'alarme-incendie;

.12 équipement hors-toît non pourvu de garde-fou; le vent et la proximité du bord du toit justifient à eux seuls l'installation de tels dispositifs.

3.1.4 Analyse et évaluation

L'évaluation de la performance des installations mécaniques fait l'objet d'un rapport en deux parties, dont la deuxième porte sur une ré-évaluation consécutive à un essai suffisamment étendu dans le temps pour englober les périodes saisonnières visées. Chaque partie du rapport contient le compte rendu des problèmes de performance qui ont été définis, et elle doit être accompagnée de recommandations pertinentes établies comme suit:

Partie I - Recommandations visant l'application immédiate de mesures relatives à l'exploitation et à l'entretien du bâtiment ou de ses installations mécaniques; toute

analyse préliminaire plus étendue, afin de déterminer s'il y a lieu de passer aux étapes II et III. Le complément d'évaluation préliminaire fait appel à d'autres disciplines, qui se chargeront alors de solutionner les problèmes connexes ou d'apporter l'information manquante.

Partie II – Recommandations en vue d'un monitorage détaillé et spécialisé des problèmes complexes de performance ou de fonctionnement, par exemple, recommander qu'un contrôle soit effectué par le Commissaire des incendies, afin de connaître soit ses conclusions sur les mesures de protection incendie, et de sécurité des personnes, qui conviendraient aux types d'occupation et d'utilisation existantes, soit son évaluation des modifications et ajouts nécessaires pour satisfaire aux directives actuelles du Ministère.

L'application des recommandations énoncées à la Partie I règle la majeure partie des problèmes de performance. Il s'agira notamment de mesures correctives touchant à divers aspects dont:

1. la gestion des portes et fenêtres;
2. les méthodes d'exploitation incorrectes ou énergivores, du bâtiment ou des systèmes mécaniques;
3. les instructions données aux occupants, et visant à corriger certaines habitudes concernant l'utilisation, entre autres, des installations et dispositifs suivants: thermostats d'ambiance, ventilateurs d'extraction, hottes, sorbonnes, renvois sanitaires, eau domestique, blocs de refroidissement d'appoint, y compris ceux des salles d'équipement informatique; et
4. l'amélioration des méthodes d'exploitation et d'entretien incluant l'établissement d'instructions sur l'entretien préventif ou des projets de modification des méthodes d'exploitation, touchant jusqu'à l'enregistrement des coûts, des données d'exploitation et la cueillette de renseignements pertinents.

Les recommandations énoncées à la Partie II serviront de point de départ d'analyses, d'évaluations et de contrôles approfondis de problèmes ou de questions complexes aux étapes II et III, ou les deux. L'analyse de ces résultats rassemble, sur les méthodes de conception des systèmes, des informations valables qui contribuent à l'amélioration des futurs exposés de projets et des méthodes actuelles de gestion des bâtiments et d'acquisition des bâtiments et matériels.

3.2 ÉTAPE II – TECHNIQUES SIMPLES DE MESURE

3.2.1 Description des techniques

L'évaluation préliminaire est souvent source d'incertitudes quant au bon fonctionnement des installations, des équipements et des commandes. Une assistance technique confirmera si ces installations fonctionnent correctement ou d'une manière efficace.

Les essais prévus à cette étape–ci peuvent habituellement être confiés à une technicien en bâtiment qui est familier avec les équipements électriques et mécaniques, les

méthodes d'essai simples et le fonctionnement des installations mécaniques visés par l'évaluation. Pour se familiariser avec les installations, et à mener une évaluation, le technicien, en plus de procéder aux essais, devra posséder une bonne connaissance de l'exploitation courante du bâtiment, et de la documentation de référence concernant le bâtiment.

3.2.2 Équipement

Le matériel d'essai à l'exécution des contrôles prévus à cette étape devrait normalement comprendre les appareils et instruments suivants:

.1 voltmètre.
.2 pince ampèremètre.
.3 anémomètre à volet.
.4 anémomètre à pales rotatives
.5 dispositifs fumigènes adaptés au type de contrôle.
.6 thermomètre à cadran.
.7 psychromètre à rotation.
.8 sonomètre.
.9 pince wattmètre (c.a.).
.10 pyromètre portatif.
.11 thermomètre d'essai (pour utilisation en puits thermométrique).
.12 manomètre anéroïde.
.13 manomètres différentiels.
.14 tachymètre.
.15 analyseur de gaz carbonique (CO_2).

3.2.3 Démarche détaillée

Le technicien effectuera les tâches suivantes:

.1 Collaborer à la révision de la documentation de référence et l'aider à se familiariser avec tous les aspects techniques reliés à l'exploitation installations mécaniques du bâtiment.
.2 Aider le gestionnaire à trouver l'emplacement des équipements et lui faire bénéficier de ses connaissances sur les questions d'entretien.
.3 Lui fournir toutes les informations nécessaires concernant les consignes d'exploitation et d'entretien et les techniques d'exécution connexes.
.4 Participer à l'analyse des résultats de l'évaluation, plus particulièrement pour ce qui est des aspects techniques de l'exploitation et de l'entretien, et du profil d'utilisation du bâtiment.
.5 Faire les essais et remettre les résultats qui serviront à démontrer le fonctionnement correct des installations ou à déterminer le type d'exploitation. Les essais et les mesures connexes devraient comprendre ce qui suit:

a. caractéristiques de tension, de courant et de consommation énergétique des divers équipement;
b. mesures de la pression statique des débits d'air et de liquides, afin de déterminer les chutes de pression;

c. mesure des températures:
   i de l'air ambiant, et
   ii de l'air et des fluides en mouvement;
d. débits d'air aux grilles et aux diffuseurs;
e. teneur en gaz carbonique:
   i de l'air ambiant,
   ii de l'air repris, de l'air neuf et de l'air soufflé dans les locaux;
f. vitesse de rotation des ventilateurs et autres machines tournantes;
g. niveau sonore produit par le fonctionnement de l'équipement;
h. degré d'humidité relative de l'air ambiant, et de l'air soufflé dans les locaux;
i. détection des fuites d'air, à l'aide de dispositifs fumigènes; et
j. configuration de la circulaiton d'air dans le local, à l'aide de dispositifs fumigènes.

Les informations ou les résultats d'essais fournis ces données devront être soigneusement préparées dans un rapport; des actions seront recommendés.

3.3 ÉTAPE III - MONITORAGE DÉTAILLÉ ET SPÉCIALISÉ

3.3.1 Description des techniques

L'étape III de l'évaluation de la performance des installations mécaniques concerne plus particulièrement les anomalies ou les problèmes de performance de nature complexe relevés à la partie II du rapport d'évaluation préliminaire ou du rapport résultant des études à l'étape II. Parmi les problèmes relevés qui pourraient faire l'objet d'un contrôle approfondi, mentionnons les suivants:

.1 performance insatisfaisante des installations;
.2 conflit au niveau du fonctionnement de deux ou plusieurs installations mécaniques;
.3 performance des équipements mécaniques; par exemple au niveau de la capacité, du fonctionnement en charge partielle et de la réaction aux sollicitations des commandes;
.4 incompatibilité évidente des services et des besoins: il peut s'agir d'une mauvaise adaptation du rôle, des caractéristiques et de la performance des installations mécaniques, aux besoins de l'utilisateur actuel;
.5 problèmes de maintenabilité;
.6 conception multidisciplinaire, notamment les facteurs influant sur la performance des installations mécaniques;
.7 étude détaillée de l'exploitation et de l'entretien;
.8 coûts d'exploitation et production d'un budget de la consommation énergétique actuelle; et
.9 sécurité incendie, c'est-à-dire la protection des personnes et du bâtiment dit; on pourra se demander s'il y a lieu d'évaluer de nouveau les mesures en vigueur.

Plusieurs aspects des éléments ci-dessus sont traités à la section 1.2.

Les méthodes de contrôle s'adaptent au type de problème étudié; elles seront sélectionnées par les professionnels et les spécialistes en la matière.

Les résultats attendus de ces contrôles devraient permettre de cerner la cause des problèmes, d'évaluer leur importance et leur fréquence, et, enfin, de formuler des recommandations solutionnant ces problèmes, une base d'informations valables pour le cas où l'on devrait confier le mandat de définir des mesures correctives, à des consultants en conception.

3.3.2 Équipement

La réalisation de ces contrôles nécessite l'emploi d'un grand nombre de matériels d'essai, notamment:

.1 tube de pitot statique.
.2 tube à double inversion.
.3 hotte pour la mesure des écoulements.
.4 manomètre à tube en U.
.5 manomètre à tube en U incliné.
.6 jauge de pression différentielle à membrane (Magnahelic).
.7 anémomètre à fil chaud.
.8 micromanomètre jauge à hotte.
.9 anémomètre à volet.
.10 anémomètre mécanique à pales rotatives, à lecture directe.
.11 anémomètre électronique à pales rotatives, à lecture directe.
.12 dispositifs fumigènes.
.13 thermomètre de contrôle, à mercure, en verre gradué.
.14 thermomètres électroniques.
.15 thermomètres à cadran.
.16 pyromètres portatifs.
.17 psychromètre à rotation.
.18 autres dispositifs de mesure du degré d'humidité.
.19 élément à écoulement primaire pour mesurer la pression différentielle.
.20 tube de pitot à moyenne, de type "Annubar".
.21 manomètres étalonnés (manomètres de contrôle).
.22 manomètres de pression différentielle.
.23 compte-tours (odomètre).
.24 tachymètre électronique (stroboscope).
.25 tachymètre chronométrique.
.26 pince ampèremètre portative (ohmmètre).
.27 pince wattmètre portative (c.a.) (wattmètre).
.28 appareils d'enregistrement de mesures.
.29 enregistreur électronique de données.
.30 analyseur Orsat de gaz de combustion.
.31 densimètre pour fumée.
.32 thermomètre à gaz de combustion.
.33 jauge de tirage.
.34 sonomètres.

3.3.3 Démarche détaillée

En réponse aux demandes et en se reportant à la méthode décrite aux présentes, on doit effectuer l'analyse, les contrôles approfondis et les études nécessaires pour isoler la cause des problèmes cernés.

La démarche détaillée sera fonction des problèmes relevés et, par conséquent, elle sera déterminée par les spécialistes et les techniciens compétents. On devra, avant d'observer la démarche détaillée, procéder à un examen des installations et équipements mécaniques, afin de s'assurer qu'ils sont correctement installés et complétés conformément au devis et aux conditions imposées au projet, et, enfin, qu'ils sont exploités et entretenus selon les méthodes prévues.

Les résultats des contrôles comprennent toutes les données de mesure correctement répertoriées et mises en corrélation, afin de faire ressortir clairement les conclusions se rapportant à chaque problème. Ces résultats doivent être accompagnés d'une analyse descriptive et des correctifs recommandés, pour chacun des problèmes. Le rapport définitif soulignera, tout aspect de ces résultats qui pourrait contribuer à l'amélioration:

.1 des documents de synthèse;
.2 des principes de gestion du bâtiment; et
.3 des méthodes pour l'acquisition d'équipements, ou d'espaces dans les bâtiments.

4. ANNEXES

4.1 STRUCTURE COMPOSITE DU BÂTIMENT

La conception d'un bâtiment fait habituellement appel à de nombreuses disciplines et elle intègre beaucoup de systèmes. Le bâtiment qui en résulte est en fait une structure composite servant, d'une part, à loger une activité organisée, et, d'autre part, à assurer les fonctions et conditions suivantes:

.1 l'utilisation fonctionnelle et planifiée des espaces intérieurs;
.2 la satisfaction des attentes et des besoins prévisibles des occupants et des gestionnaires du bâtiment; et
.3 la conformité aux codes pertinents et aux normes et directives émises par le Ministère.

Il est par conséquent impossible de dissocier ces deux éléments importants que sont la structure composite et la performance des systèmes mécaniques.

La performance de ces installations est fonction de plusieurs facteurs, entre autres:

.1 l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment;
.2 la maintenabilité de cette enveloppe;
.3 l'usage auquel est soumis le bâtiment;
.4 la gestion des portes et fenêtres; et
.5 l'utilisation des installations électriques et autres équipements.

De plus, il n'est pas rare que la conception des systèmes intégrés et la structure composite soient l'une et l'autre en conflit sur le plan des priorités, et que cela entraîne des répercussions appréciables sur la performance des installations mécaniques. Parmi ces répercussions, on observera, entre autres, les situations suivantes:

.1 condensation sur les faces intérieures du toît ou des murs périphériques, causée par une dégradation de l'isolation thermique, attribuable à l'inefficacité du pare-vapeur ou à l'existence de ponts thermiques dans le toît ou les murs;
.2 infiltration en grande quantité en raison d'un effet de cheminée ou de l'inefficacité des vestibules;
.3 prises d'air neuf situées de manière telle que poussière, fumées et autres contaminants en suspension dans l'air sont aspirées dans le réseau de ventilation;
.4 emplacement des équipements rendant difficile, voir impossible, la réduction du bruit produit par leur fonctionnement;
.5 emplacement et dimensions des locaux d'équipements ne facilitant pas les opérations de dépose et de remplacement des équipements; et
.6 accès inadéquat pour les fins d'entretien ou de réparation.

Comme résultat, l'évaluation de la performance des installations mécaniques doit tenir compte de l'état tel-que-construit, l'état tel-qu'utilisé et l'état tel-que-maintenu de la structure composite. Par conséquent, les solutions à la performance insatisfaisante des

installations mécaniques nécessitent souvent l'intervention de d'autres disciplines, de même que des changements ou des modifications qui ne touchent pas aux installations mécaniques.

4.2 INFORMATIONS RELATIVES À LA MISE EN SERVICE

La mise en service complète d'un bâtiment suppose la concertation des concepteurs, du propriétaire ou maître de l'ouvrage, des gestionnaires et des organismes de réglementation compétents. Si elles sont complètes, les informations contenues dans le Rapport de mise en service porteront, entre autres, sur l'utilisation du bâtiment et pourront ainsi servir davantage à l'évaluation des conditions après occupation.

Les informations habituellement disponibles sur la mise en service proviennent notamment des documents suivants:

.1 rapport de mise en service des systèmes de chauffage, ventilation et conditionnement d'air, et pièces jointes;
.2 rapport du Commissaire des incendies, et pièces jointes; et
.3 certificats d'approbation et d'acceptation émis par les organismes de réglementation et, habituellement, des renseignements touchant à l'entretien des réseaux de plomberie et de drainage.

Le rapport sur les installations de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air traite de la performance de ces installations; il dresse une évaluation de chaque installation dans l'ensemble, avec tous ses éléments constitutifs. On y trouvera normalement une vue générale de l'exploitation combinée de tous les installations. Par conséquent, le rapport et sa documentation devraient contenir les informations suivantes:

.1 Description détaillée de chaque système et de son fonctionnement individuel, et à l'intérieur de l'ensemble des installations mécaniques du bâtiment.
.2 Renseignements sur les essais et l'équilibrage des systèmes; données quantitatives sur les débits d'air et d'eau.
.3 Résultats de l'étalonnage et des mesures.
.4 Instructions d'exploitation et d'entretien visant chaque système.
.5 Ce rapport peut également définir les aspects de la conception du système qui sont susceptibles d'être la source des problèmes de performance.

Autre document important délivré lors de l'acceptation définitive ou mise en service, et habituellement disponible, le rapport du Commissaire des incendies, renferme des instructions sur l'exploitation et l'entretien des différents systèmes de lutte contre l'incendie. Ce rapport fait ressortir les mesures de protection incendie et de sécurité des personnes, recommandées par le Commissaire des incendies; il contient également une description du bâtiment, les détails des différents locaux et espaces, les conditions de propriété ou de location, et le type d'occupation et d'utilisation, reportés sur les plans d'étage et les dessins de conception. Les mesures recommandées dans ce rapport portent surtout sur les installations et les points suivants de la sécurité incendie.

.1 systèmes de sécurité des personnes;
.2 systèmes de protection incendie;
.3 plans et consignes de sécurité incendie, y compris la formation du personnel assurant l'exploitation du bâtiment;
.4 exigences en matière d'inspection, d'essais et d'entretien des systèmes de protection des personnes; et
.5 rôles et responsabilités du Ministère et de l'occupant.

Les systèmes de sécurité des personnes ont pour but d'assurer la sécurité des occupants et de faciliter la tâche des pompiers lors d'une intervention; ces systèmes comprennent les installations suivantes;

.1 systèmes d'alarme incendie et de communication phonique;
* .2 éclairage de secours;
.3 ascenseurs affectés aux urgences;
.4 extincteurs automatiques;
.5 dispositifs coupe-fumée;
.6 alimentation en eau d'incendie (pompes, colonnes et tuyaux d'incendie);
* .7 alimentation en énergie de secours, y compris générateurs et commutateurs de transfert;
.8 extincteurs portatifs;
.9 séparations coupe-feu;
.10 moyens et voies d'évacuation des personnes;
.11 volets et clapets coupe-feu;
.12 pompes de puisard et pompes à injection; et
.13 zones de refuge;

*Remarque Articles traités dans le document D35, Évaluation des systèmes électriques.

4.3 CONDITIONS DE BASE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES DU BÂTIMENT

Les installations mécaniques englobent les installations de plomberie, de sécurité incendie, et de chauffage, ventilation et conditionnement d'air, en vue de satisfaire aux conditions particulières qu'imposent le type d'occupation et d'utilisation du bâtiment. Tous ces systèmes ont été conçus suivant les conditions de base établies en fonction de l'occupation et de l'utilisation prévues du bâtiment, et définies dans l'exposé du projet. Ces conditions de base sont en quelque sorte fixées par:

.1 les besoins des utilisateurs; et
.2 les exigences des codes et normes.

Les utilisateurs du bâtiment sont les occupants et les gestionnaires. Leurs besoins sont définis par les personnes du bâtiment qui exécutent leurs tâches normales et, aussi, les gestionnaires qui assurent l'exploitation et le contrôle de ce bâtiment.

Les exigences des codes et normes définissent les conditions auxquelles doivent satisfaire la conception, l'installation et l'exploitation des installations suivant

l'utilisation prévue du bâtiment,et aussi pour assurer une protection efficace contre les principaux effets de l'environnement extérieur. Ces exigences garantissent aux occupants un environnement de travail sain et confortable, un réseau de plomberie approprié et commode, et des installations efficaces de protection incendie et de sécurité des personnes. Bref, c'est grâce à ces exigences que les installations et réseaux ci–dessus sont conformes:

.1 aux codes nationaux, provinciaux et locaux;
.2 aux directives du Ministère; et
.3 à ses normes et lignes directrices.

La conception des installations mécaniques du bâtiment est axée sur la satisfaction des conditions de base, qui sont reliées, comme il est mentionné dans le paragraphe précédent, à l'occupation et l'utilisation définies dans le projet. La performance de ces systèmes dépendra donc de ces deux facteurs, et tout changement à ce niveau, ou toute condition nouvelle, influeront de manière appréciable sur cette performance.

En général, les conditions de base auxquelles doivent satisfaire les installations mécaniques peuvent être définies comme suit:

.1 taux particuliers d'occupation;
.2 systèmes d'extraction d'air et installations de plomberie conformes aux exigences des codes pertinents;
.3 zonage particulier aux fins de la commande de la température ambiante et des fonctions de chauffage, ventilation et conditionnement d'air;
.4 commande indépendante de l'ambiance (température et humidité relative) pour certaines aires du bâtiment;
.5 systèmes spéciaux de chauffage, ventilation, conditionnement d'air, plomberie, protection incendie et sécurité des personnes, désservant certaines aires du bâtiment, entre autres: salles des ordinateurs, locaux réservés à l'équipement, salles de conférence, chambres noires, laboratoires, salles d'exercices, de pause–café, vestibules, quais et garages (des dispositifs de mesure de la concentration d'oxyde de carbone doivent normalement être installés dans les garages et les aires de chargement);
.6 système de contrôle spécialement conçu pour surveiller l'exploitation des systèmes et gérer la consommation d'énergie, afin d'assurer une gestion efficace du bâtiment suivant l'utilisation prévue; et
.7 systèmes approuvés de protection incendie et de sécurité des personnes, adaptés à l'utilisation et l'occupation prévues.

4.4 CONDITIONS EXISTANTES DES SYSTÈMES MÉCANIQUES

Les conditions existantes auxquelles doivent satisfaire les installations mécaniques diffèrent des conditions de base prévues à la conception dubâtiment, à cause:

.1 des changements d'occupation et d'utilisation du bâtiment; ou
.2 d'une omission ou erreur, lors de la conception, qui se traduit par une inaptitude des installations à satisfaire à des conditions existantes particulières.

Les besoins des utilisateurs et les exigences des codes et normes sont autant d'impératifs qui déterminent les conditions existantes. On trouvera à la section 4.3 de l'annexe les conditions de base de ces besoins et exigences.

Même si les installations mécaniques ont été conçus dans le but de satisfaire à des conditions de base, ce sont les conditions existantes qui servent de critères à leur évaluation. Pour faire une bonne évaluation des performances, on devra se familiariser avec ces deux types de conditions et tenter de connaître les raisons de leurs différences, qui pourraient être attribuables à des changements dans les besoins des utilisateurs, par exemple en matière de refroidissement, d'installations de plomberie ou de systèmes d'extraction d'air. S'il y a eu un réaménagement ou si on en a prévu un, on devra étudier si ce changement amènera des conditions défavorables comme la présence de liquides, de gaz ou d'autres matières dangereuses ou nuisibles à la qualité de l'environnement intérieur. Le cas échéant, on fera appel à des spécialistes, qui se reporteront aux normes et codes pertinents, afin de déterminer les mesures ou précautions à prendre.

Les besoins de l'utilisateur englobent ceux des gestionnaires du bâtiment ainsi que les attentes et les besoins des occupants. Les besoins de la gestion comprennent notamment les fonctions d'exploitation et d'entretien décrites à l'annexe 4.5. Quant aux besoins et attentes des occupants, ce sont les plus difficiles à satisfaire. Ces besoins sont fonction:

.1 de la nature de leur activité;
.2 de l'utilisation particulière des espaces du bâtiment;
.3 du type d'équipement et de mobilier employé, de même que les matériaux qu'ils doivent manutentionner; et
.4 de la souplesse nécessaire à l'usage des espaces.

Pour établir ces besoins, on doit procéder à une évaluation subjective du type de travail effectué par les occupants; il devra examiner particulièrement: l'interaction entre le travailleur et son milieu de travail, l'aspect santé et sécurité au travail, personnes, et la productivité. L'élément essentiel à éliminer du rapport entre le travailleur et son environnement de travail est le stress inutile, qui peut être causé par les conditions de travail, des frustrations provoquées par le désagrément d'une installation mécanique inadéquate ou par d'autres facteurs comme la santé de la personne ou la nature même de son travail.

Dans l'environnement dynamique d'un bureau, les besoins de l'occupant changent fréquemment en raison des contraintes que créent l'automatisation et l'avènement de l'électronique. Le roulement continuel de nouveaux matériels de bureautique et l'adoption de nouvelles méthodes de gestion contribuent à faire augmenter la densité d'occupation des espaces et à modifier les paramètres d'utilisation de ces mêmes espaces. Résultat: ces nombreux aménagements cellulaires réalisés à l'aide de cloisons mobiles de 1.5 m à 1.8 m de hauteur, et dont le but n'est pas d'assurer le confort des personnes, mais de procurer une certaine intimité et de réduire le bruit causé par les ordinateurs et autres machines de bureau. Aussi n'est-il pas rare que le système de conditionnement d'air en place ne puisse plus assumer efficacement la charge supplémentaire de refroidissement qui lui est imposée notamment par l'équipement

informatique et les lampes personnelles de travail. De plus, cet aménagement cellulaire empêche habituellement l'air soufflé par la ventilation d'atteindre la partie inférieure des modules, étant donné qu'il n'y a pas d'extraction d'air au niveau du plancher. L'air passe par–dessus les cloisons pour retourner directement aux grilles de reprise; l'espace desservi ne reçoit peu ou pas d'air de chauffage, de refroidissement ou de ventilation. Bref, les occupants sont insatisfaits à cause de l'inaptitude du conditionnement d'air à satisfaire à leurs besoins.

Le même genre de situation se produit si, lors de la conception, on n'a pas prévu l'installation de ventilateurs d'extraction et de moyens de renouvellement en air d'appoint. La qualité de l'air ou le degré de confort n'ont pas le niveau requis et il est impossible de fournir les améliorations demandées par les occupants.

4.5 FACTEURS DE GESTION DU BÂTIMENT

On ne saurait évaluer la performance des installations mécaniques sans faire intervenir certains facteurs de gestion du bâtiment comme;

.1 les coûts d'exploitation et d'entretien;
.2 les exigences connexes d'entretien concernant certains éléments du bâtiment comme l'enveloppe; et
.3 la maintenabilité.

L'évaluation des données disponibles sur les coûts d'exploitation et d'entretien doit tenir compte du type de bâtiment, de ses caractéristiques d'occupation et d'utilisation, du type et du nombre de systèmes, de la consommation d'énergie et des exigences d'entretien. On devra cependant faire preuve de prudence et d'objectivité, avant de comparer les coûts du bâtiment en question à des résultats d'études ou des données concernant desbâtiments semblables.

L'entretien connexe s'étend jusqu'à l'isolation thermique et au pare–vapeur de l'enveloppe du bâtiment, qui comprend les murs, le toît, les portes, les fenêtres et toutes les autres ouvertures. À titre d'exemple, on aura probablement une dégradation appréciable du chauffage périphérique si l'air extérieur s'infiltre par les murs ou si le pare–vapeur est détérioré au point d'entraîner la migration de l'humidité de l'intérieur vers l'extérieur et la formation conséquente de givre ou de glace sur le matériau isolant. Pour s'assurer que ces besoins d'entretien ont été remplis, on devra prévoir les dispositions suivantes dans les consignes remises au personnel chargé de l'entretien du bâtiment:

.1 recourir, au besoin, à une intervention multidisciplinaire;
.2 faire un entretien à caractère préventif; et
.3 tenir à jour des dossiers complets et précis des coûts et activités d'entretien.

La maintenabilité est une caractéristique de la facilité avec laquelle on peut assurer et maintenir une performance satisfaisante des installations mécaniques. Le degré de maintenabilité s'évalue habituellement suivant les difficultés rencontrées lors de la remise en état, la réparation, l'entretien, ou la dépose et le remplacement d'équipements ou d'éléments du bâtiment. Ces difficultés sont habituellement causées par:

.1 des problèmes touchant à l'aspect intégré de la conception et à la coordination des activités de conception et de construction intéressant plusieurs disciplines;

.2 la mauvaise disponibilité et les coûts élevés des éléments qui doivent normalement être fréquemment remplacés; et

.3 la durée de vie trop courte des équipements ou des éléments dont le remplacement est difficile ou coûteux, ou, encore, qu'on ne remplace normalement jamais durant le cycle de vie d'un bâtiment.

Ces problèmes de conception affectent souvent les locaux et espaces des équipements mécaniques ou la périphérie de l'enveloppe du bâtiment.

On éprouve souvent, dans les locaux des installations mécaniques, des difficultés avec l'entretien, la réparation, la dépose et le remplacement d'équipements comme les chaudières, les refroidisseurs, les filtres à air, et les serpentins de chauffage et de refroidissement. Ces difficultés sont attribuables aux facteurs de conception et de construction reliés à chaque local ou espace; par exemple, ce sont l'emplacement du local à l'intérieur du bâtiment, ses dimensions, sa forme et la disposition du matériel qu'il contient, qui déterminent la facilité d'accès et la disponibilité d'un accès et d'un espace suffisant aux fins de l'entretien, de la dépose et du remplacement des équipements défectueux.

La difficulté de maintenir la performance du chauffage périphérique est compliquée par la nature composite et intégrée de l'enveloppe périphérique du bâtiment. Cette enveloppe est en réalité un système composite constitué de portes, de fenêtres, d'éléments de charpente, de murs isolés et d'appareils périphériques de chauffage et de refroidissement, tous ces éléments contribuant à former une barrière thermique, et à compenser les déperditions de chaleur ou les gains thermiques procurés par l'environnement. Il est donc permis de conclure que la performance des systèmes périphériques est fonction de celle de tous les équipements qui les composent, et de leur maintenabilité.

4.6 LISTE DES DOCUMENTS ÉVALUANT LE RENDEMENT DES IMMEUBLES

Dans cette série, les documents sont subdivisés en quatre classes différentes. Les documents de classe A donnent des explications à savoir comment utiliser les documents des trois autres classes. La classe B est un répertoire d'essais lequel inclut un index et des références. Les documents de classe C donnent un compte rendu des trois domaines d'évaluation et résument les documents de classe D dans leur domaine respectif. Les documents de classe D contiennent une description des attributs du rendement des immeubles et donnent les méthodes pour les évaluer.

	A1	Guide du directeur de projet
	A2	Guide du gérant d'immeuble
	B1	Répertoire d'essais
Relevés	C1	Rendement énergétique et environnemental
	C2	Rendement fonctionnel
	C3	Rendement des systèmes et du matériel
Rendement énergétique et environnemental	D01	Évaluation des polluants
	D02	Migration de la pollution
	D03	Évaluation de l'ambiance thermique
	D04	Évaluation globale: rendement énergétique
	D05	Évaluation des secteurs de consommation: rendement énergétique
	D06	Évaluation des installations et systèmes: rendement énergétique
	D07	Évaluation des améliorations: rendement énergétique
	D08	Évaluation de l'environnement acoustique
	D09	Évaluation de la circulation d'air
	D10	Évaluation de l'éclairage
	D11	Relevé des données atmosphériques
Rendement fonctionnel	D20	Analyse des documents et archives
	D21	Annotation des plans
	D22	Entrevues centrées
	D23	Questionnaires
	D24	Observations
Rendement des systèmes et du matériel	D30	Murs et colonnes structuraux: relevé de la condition
	D31	Dalles et toits structuraux: relevé de la condition
	D32	Garages de stationnement: relevé de la condition
	D33	Évaluation des installations mécaniques
	D34	Évaluation des contrôles mécaniques
	D35	Évaluation des systèmes électriques
	D36	Contrôle de la pression et de l'étanchéité à l'air
	D37	Mesure de la vitesse d'échange d'air extérieur
	D38	Inspections par thermographie de l'enceinte d'un immeuble
	D39	Mesure de la résistance thermique
	D40	Inspections de la teneur en humidité
	D41	Évaluation des systèmes de couvertures